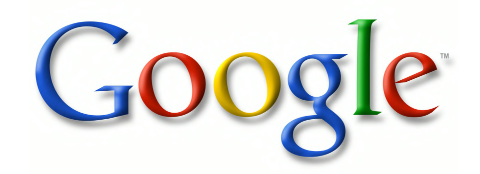


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

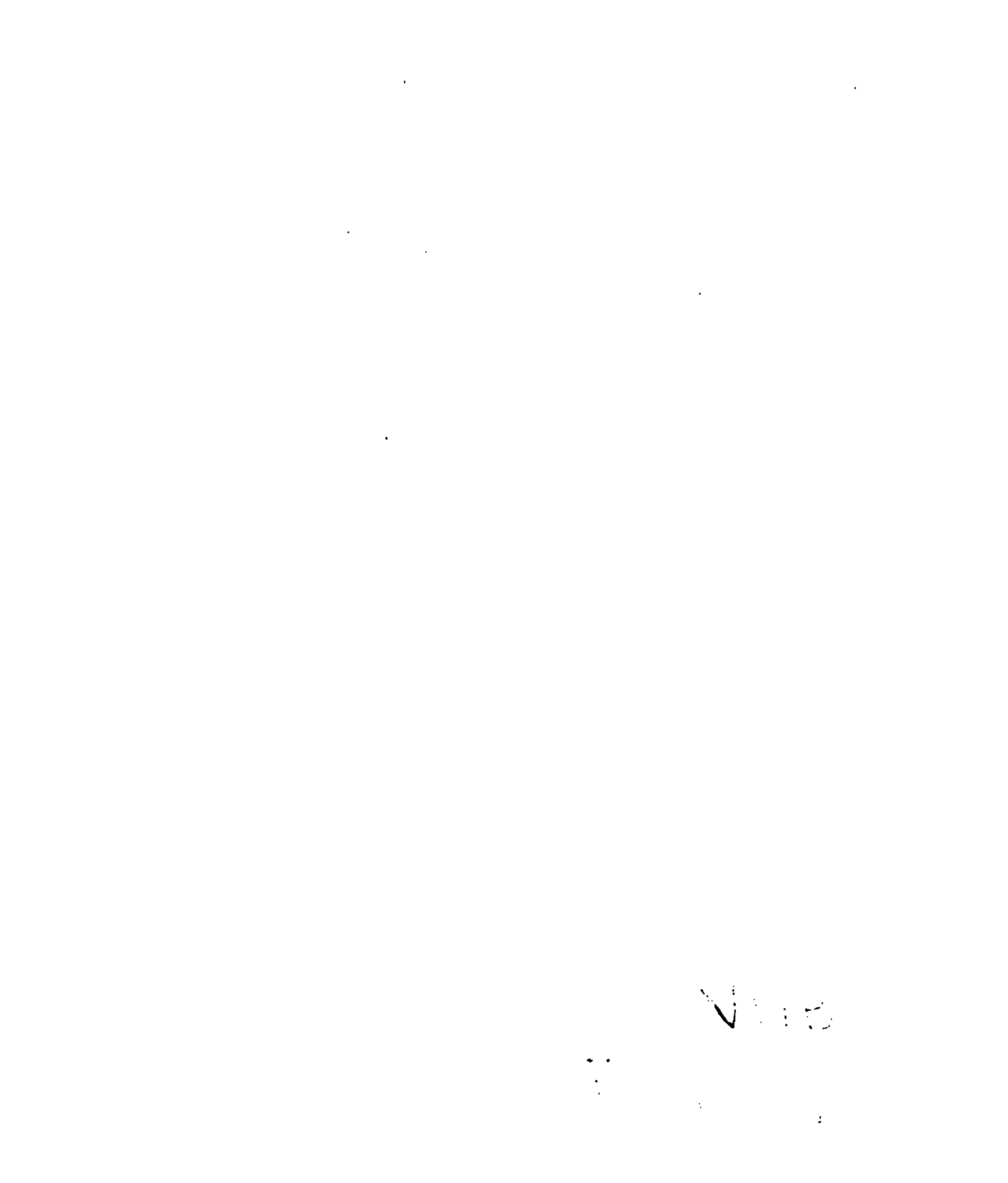
+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

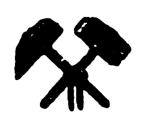
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


3 3433 06637321 2





Mit Schlägel und Eisen.



(Bersch)

HR

Mit

Schlägel und Eisen.

Eine Schilderung
des
Bergbaues und seiner technischen Hilfsmittel.

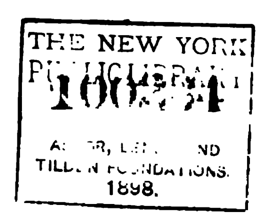
Von

Dr. Wilhelm Bersch.

Mit 26 Carton-Vollbildern und 370 Abbildungen im Text.



Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1898.
(Alle Rechte vorbehalten.)


THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY 100724 ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS. 1898.

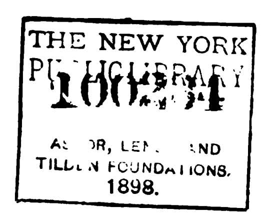
Druck von Friedrich Jasper in Wien.



Vorwort.

Es ist ein erfreuliches Zeichen der Zeit, daß den Gebildeten aller Stände das Streben innewohnt, in steten engeren Beziehungen zu den Fortschritten der naturwissenschaftlichen Disciplinen zu bleiben und sich über die Anwendung, welche diese auf dem gesammten Gebiete der Technik und der Industrien finden, fortlaufend zu unterrichten. Die Ursache aber, weshalb, und besonders mit Bezug auf den letzteren Punkt, nicht jeder diesem Streben Rechnung tragen kann, liegt in erster Linie in der noch immer geringen Verbreitung und Zugänglichkeit der Wissenschaften für breitere Schichten. Wohl ist zu ihrer Popularisirung schon mancher dankenswerthe Schritt unternommen worden, und an aufmerksamen Zuhörern hat es auch nie gefehlt. Merkwürdigerweise wurde aber noch nie der Versuch gemacht, eine Thätigkeit des Menschen, die fast so alt ist, wie das Menschengeschlecht selbst, und deren Ausübung ja ganz auf naturwissenschaftlicher Grundlage beruht, nämlich den Bergbau in solcher Weise darzustellen, daß dessen Wesen und Bedeutung auch von dem gebildeten Laien voll erfaßt werden kann und er eine richtige Anschauung von der Thätigkeit der Pionniere der Tiefe erhält. Dies nun zu unternehmen, erschien uns eine dankbare Aufgabe. Denn einerseits ist der Bergbau für den Menschen von ganz immenser Bedeutung, andererseits bietet er eine solche Fülle des Anziehenden und Lehrreichen, daß wir bei unserem Unternehmen der Theilnahme der weitesten Kreise gewärtig sein durften.

Als wir der Verwirklichung dieses Gedankens näher traten, waren wir uns der Schwierigkeit unserer Aufgabe wohl bewußt. Hier handelte es sich nicht um die Darstellung einer Wissenschaft oder eines bestimmten Zweiges derselben, der Bergbau in seiner modernen Form zeigt uns vielmehr das systematische Ineinandergreifen der verschiedensten naturwissenschaftlichen Disciplinen, er zeigt uns aber auch in seinen technischen Hilfsmitteln, welch staunenswerther Scharfsinn oft zur Ueberwindung der verschiedensten Schwierigkeiten aufgewendet werden muß. Und schließlich wohnt dem Bergbau ein culturgeschichtliches Moment von solcher Tragweite inne, daß schon dies allein der Darstellung werth wäre. Es mußte daher


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
100234
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
1898.

Druck von Friedrich Jasper in Wien.



Vorwort.

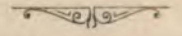
Es ist ein erfreuliches Zeichen der Zeit, daß den Gebildeten aller Stände das Streben innewohnt, in steten engeren Beziehungen zu den Fortschritten der naturwissenschaftlichen Disciplinen zu bleiben und sich über die Anwendung, welche diese auf dem gesammten Gebiete der Technik und der Industrien finden, fortlaufend zu unterrichten. Die Ursache aber, weshalb, und besonders mit Bezug auf den letzteren Punkt, nicht jeder diesem Streben Rechnung tragen kann, liegt in erster Linie in der noch immer geringen Verbreitung und Zugänglichkeit der Wissenschaften für breitere Schichten. Wohl ist zu ihrer Popularisirung schon mancher dankenswerthe Schritt unternommen worden, und an aufmerksamen Zuhörern hat es auch nie gefehlt. Merkwürdigerweise wurde aber noch nie der Versuch gemacht, eine Thätigkeit des Menschen, die fast so alt ist, wie das Menschengeschlecht selbst, und deren Ausübung ja ganz auf naturwissenschaftlicher Grundlage beruht, nämlich den Bergbau in solcher Weise darzustellen, daß dessen Wesen und Bedeutung auch von dem gebildeten Laien voll erfaßt werden kann und er eine richtige Anschauung von der Thätigkeit der Pionniere der Tiefe erhält. Dies nun zu unternehmen, erschien uns eine dankbare Aufgabe. Denn einerseits ist der Bergbau für den Menschen von ganz immenser Bedeutung, andererseits bietet er eine solche Fülle des Anziehenden und Lehrreichen, daß wir bei unserem Unternehmen der Theilnahme der weitesten Kreise gewärtig sein durften.

Als wir der Verwirklichung dieses Gedankens näher traten, waren wir uns der Schwierigkeit unserer Aufgabe wohl bewußt. Hier handelte es sich nicht um die Darstellung *einer* Wissenschaft oder *eines* bestimmten Zweiges derselben, der Bergbau in seiner modernen Form zeigt uns vielmehr das systematische Ineinandergreifen der verschiedensten naturwissenschaftlichen Disciplinen, er zeigt uns aber auch in seinen technischen Hilfsmitteln, welch staunenswerther Scharfsinn oft zur Ueberwindung der verschiedensten Schwierigkeiten aufgewendet werden muß. Und schließlich wohnt dem Bergbau ein culturgeschichtliches Moment von solcher Tragweite inne, daß schon dies allein der Darstellung werth wäre. Es mußte daher

allen diesen Factoren Rechnung getragen werden, und um das Buch den weitesten Kreisen zugänglich zu machen, wurde auch eine solche Art der Darstellung gewählt, daß selbst jene, denen es bisher nicht vergönnt gewesen, sich mit der Wissenschaft der Wissenschaften, der Naturwissenschaft, näher zu befassen, mit Interesse dasselbe zur Hand nehmen können, um daraus Anregung und Belehrung zu schöpfen, und zwar nicht nur über den Bergbau im Allgemeinen, sondern über alles Wissenswerthe, was damit im Zusammenhange steht.

In dieser Hinsicht kam uns aber das Thema durch seine Vielseitigkeit und die Fülle des Interessanten, welche es bietet, selbst entgegen. Wer hat nicht schon mit großer Theilnahme an die Thätigkeit des Bergmannes gedacht, wer nicht schon lebhafteres Interesse für unsere Erde selbst, ihren Bau und ihre Beschaffenheit bekundet? Und wer hat nicht schon den Wunsch gehegt, sich über den Bergbau selbst, über die Gewinnung der Metalle und Salze, der Kohle und der Edelsteine, des Erdöles und der nutzbaren Gesteine näher zu unterrichten? Gerade aber in dieser Beziehung läßt uns die vorhandene Literatur vollkommen im Stich. Nur wenige Werke sind über das Gesammtgebiet des Bergbaues bisher erschienen, dies sind jedoch ausschließlich Fachwerke und wollen auch nichts Anderes sein. Es sind treffliche Handbücher für den Fachmann — für den Gebildeten, der nicht ausübend auftreten, sondern nur sein Wissen und seine Kenntniß der Dinge bereichern will, sind sie nicht geeignet, und schon nach der Lectüre weniger Seiten würde er ein solches Werk aus der Hand legen.

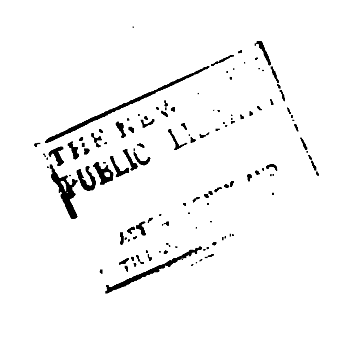
Haben wir aber die Thätigkeit des Bergmannes selbst eingehend kennen gelernt, so interessirt es uns auch, die geförderten Producte eine kurze Strecke auf ihrem weiteren Wege zu verfolgen. Denn in dem Zustande, in welchem sie den Schacht verlassen, sind sie noch durchaus ungeeignet, zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse zu dienen. Sie müssen alle vorerst noch einen Proceß der Umformung, der Veredelung durchmachen, ehe sie sich in die weite Welt zerstreuen, und dieser Umformung und Veredelung der Rohstoffe mußte ebenfalls ein Theil unserer Darstellung gewidmet werden, sollte dieses Buch thatsächlich einen Ueberblick über das gesammte Gebiet der montanistischen Wissenschaften geben. Die Verarbeitung der aus der Tiefe der Erde stammenden Rohstoffe bildet aber ein Gebiet von solchem Umfange, daß wir uns, sollte nicht unser eigentliches Thema über Gebühr verkürzt werden, in dieser Richtung die größte Reserve auferlegen mußten; wir haben daher auch die Veredelung der Rohstoffe nur so weit verfolgt, als es zum allgemeinen Verständnisse des Ganzen erforderlich schien. Dafür haben wir aber das Hauptgewicht auf das Bergwesen selbst gerichtet und hoffen hiermit unseren Lesern einen Dienst erwiesen zu haben, indem wir ihnen in leicht verständlicher Darstellung diesen vornehmsten Zweig der Urproduction vor Augen führten.



Inhalts-Uebersicht.

Seite


Einführung.
Glück auf!
L. E. Petrovits





Müsset im Naturbetrachten
Immer Eins wie Alles achten;
Nichts ist drinnen, nichts ist draußen;
Denn was innen, das ist außen.
So ergreifet ohne Säumniß
Heilig öffentlich Geheimniß.

Goethe.

Vor einer Reihe von Jahren wurde zu Brandon in England ein interessanter Fund gemacht. Man stieß nämlich auf große muldenförmige Vertiefungen in Kreidefels, welche bei einem Durchmesser von 5 bis 18 Metern etwa 12 Meter Tiefe besaßen und durch unterirdische Gänge verbunden waren. In diesen »Schmutzgruben« fanden sich deutliche Spuren früher menschlicher Thätigkeit und ferner war ersichtlich, daß sie durch bergmännischen Abbau entstanden waren. Der Zweck dieses Bergbaues in primitivster Form, der ohne Meißel und Hammer, ohne Sprengmittel und ohne Dampfkraft, nur mit zugeschärften Hirschgeweihen betrieben wurde, war die Gewinnung von Feuerstein, der zur Herstellung von mancherlei Geräth und Gewaffen Anwendung fand. Das Alter solcher Baue, wie sie auch an anderen Orten gefunden wurden, läßt sich nur annähernd bestimmen, denn vor solchen Denkmälern planmäßiger menschlicher Thätigkeit beugt sich unsere Zeitrechnung. Nur aus der Lage der Fundstätten überhaupt, aus den Knochen vorweltlicher Thiere, die dort aufgedeckt wurden, sowie aus der Beschaffenheit der Schichten, welche im Laufe der Jahrtausende diese Stellen wieder überdeckten, können wir schließen, daß dort schon Bergbau betrieben wurde zu einer Zeit, als der Mensch noch mit dem Höhlenbären gemeinschaftlichen Haushalt führte, als noch dichte, himmelanstrebende Waldungen allenthalben den Erdball bedeckten, und sich das ewige Eis erst kurze Zeit auf die Höhen der Berge zurückgezogen hatte.

So weit unsere Kenntniß der Urgeschichte des Menschen heute reicht, müssen wir wohl annehmen, daß diese Funde, die auch dem Archäologen und Paläontologen ein hochinteressantes Materiale lieferten, wohl die älteste und primitivste Form des Bergbaues darstellen, und wir können ferner daraus schließen, daß der Bergbau nahezu ebenso alt ist als das Menschengeschlecht selbst . . .

Der harte, spröde Feuerstein war schwer zu bearbeiten, und nur widerwillig ließ er sich bestimmte Formen geben. Tage und Stunden mögen nöthig gewesen

sein, um durch Behauen und Abschleifen, wozu wieder nur das gleiche Material, also Feuerstein, verwendet werden konnte, eine Pfeil- oder Lanzenspitze, ein Messer, oder eine Streitaxt fertig zu stellen. Trotz dieser Sprödigkeit des Gesteines müssen wir aber doch die Zierlichkeit bewundern, mit der viele solcher, auf unsere Zeit überkommene Geräthschaften ausgearbeitet sind.

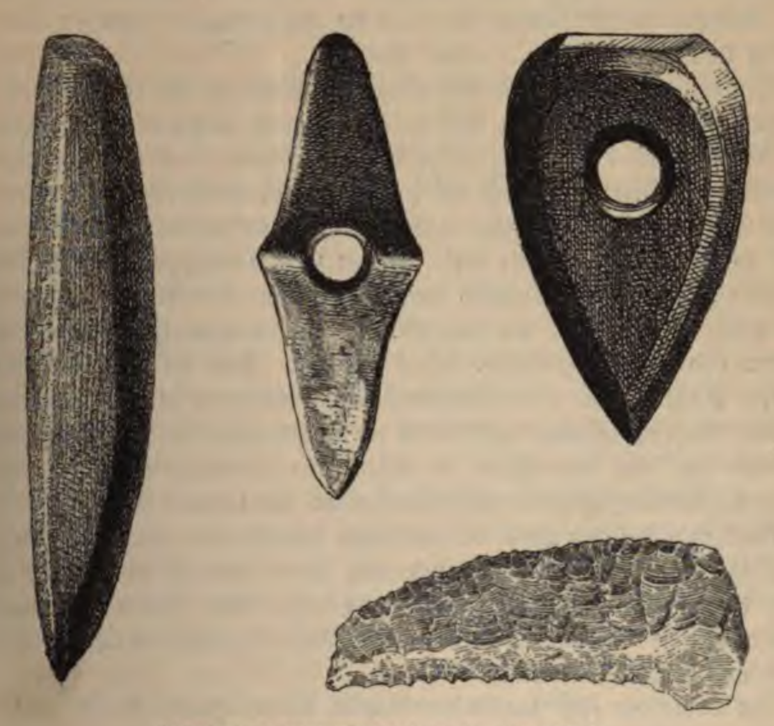
Niederlassungen aus grauer Vorzeit, Lagerplätze, Wohnstätten und Brandgräber wurden im Laufe der Zeit in großer Zahl aufgedeckt. Sie alle boten dem



Prähistorische Feuersteingruben im Kalksteinbruch von Bellevue bei Mur-de-Barrez (Aveyron), Frankreich. Zu Seite 3.

Archäologen reiche Ausbeute dar, theils in Form vergessener oder mit Absicht zurückgelassener, unbrauchbar gewordener Gegenstände, theils durch Geräthschaften, Schmuck und Waffen, die man den Ueberresten der Todten mitgegeben hatte auf die weite Fahrt. So fand man auch an solchen Stätten, die einer sehr frühen, aber jedenfalls späteren Epoche angehören als die erwähnten »Schmutzgruben« zu Brandon, Geräthschaften aus Kupfer, ferner an anderen Orten Vorräthe von gediegenem Kupfer, wie solches in der Natur vorkommt. Auch primitive Gießformen fanden sich, und es ist klar, daß der Mensch es bald lernte, das geschmeidige Metall zu bearbeiten und vielfach anzuwenden. Bei Bischofshofen in Salzburg wurden sogar

die deutlichen Ueberreste eines prähistorischen Kupferbergwerkes aufgedeckt. Da das Kupfer jedoch zu weich ist, um als Meißel oder Brechstange Verwendung zu finden, und das Eisen zu jener Zeit noch unbekannt war, mußten der Fels und die Erde mit Werkzeugen aus Stein und Holz erschlossen werden, um das rothe Metall zu gewinnen. In dieser Epoche, die wir auch nur an der Hand geologischer Merkmale charakterisiren können, finden sich ferner noch deutliche Beweise, daß der Mensch es bald gelernt, aus den Kupfererzen das Metall selbst abzuscheiden, und



Prähistorische Steinwerkzeuge, ⅓ n. Gr. Zu Seite 4.

nun wurde dieses in ausgedehntem Maße zur Herstellung der verschiedensten Geräthschaften, Waffen und Schmuck verwendet.

Das Eisen sehen wir erst in einer viel späteren Zeit in größerer Menge auftreten. Wohl wurden auch hier und dort in Gräbern neben Geräthschaften aus Kupfer und Bronze Gegenstände aus Eisen gefunden, doch stammen diese, wie wir heute mit Sicherheit annehmen können, von meteorischem Eisen her, das aus fernen Welten zur Erde fiel, denn dies ist die einzige Form, in welcher gediegenes Eisen bisher gefunden wurde. Die Kunst, das Eisen aus seinen Erzen abzuscheiden, wurde erst viel später erlernt, sind doch hierzu weit umfassendere Maßnahmen, größere Kenntnisse und Einhaltung ganz bestimmter Bedingungen

erforderlich, so daß die Gewinnung des Eisens weitaus größere Schwierigkeiten bereitet als jene des Kupfers, dessen Erze sich leicht reduciren lassen.

Als aber der Mensch erst in den Besitz des Eisens gelangt war, als er gelernt hatte, es zu schweißen und zu härten, wuchs seine Macht, denn mit dem Eisen waren ihm auch die Mittel in die Hand gegeben, den Bergbau in ausgedehnterem Maße zu betreiben und nach den Schätzen der Tiefe zu forschen. In den dunklen Klüften fand er aber nicht nur Eisen und Kupfer, er wurde auch mit anderen Erzen und Metallen vertraut, er förderte das Blei, das Zinn, manchen bunten Stein, und tief im Bergesinnern fand er das Silber, und den König der Metalle, — das Gold.

So verlieh der Bergbau dem Menschen nicht nur die todtbringende Waffe, das Werkzeug und den Pflug, sondern auch Macht, Ansehen und Reichthum.

Es darf uns daher auch nicht Wunder nehmen, daß wir angesichts dieser Bedeutung des Bergbaues schon bei jenen Völkern, deren erstes Auftreten an der Grenze steht zwischen sagenhafter Ueberlieferung und greifbaren Denkmälern ihres Seins, welche also schon einer viel späteren Epoche angehören, verhältnißmäßig hoch entwickelten Bergwerksbetrieb antreffen, wie bei den Aegyptern, die schon im Jahre 3000 v. Chr., also vor fast 5000 Jahren, bedeutenden Bergbau in Ober-Aegypten und auf der Halbinsel Sinai betrieben. Auch die Assyrier hatten schon im Jahre 2000 v. Chr. einen geregelten Bergwerksbetrieb in Armenien eingeführt, und aller Wahrscheinlichkeit nach waren es die Phöniker, welche die Erzgewinnung überhaupt auf eine hohe Stufe der Entwicklung brachten und auf ihren weiten Fahrten diese Errungenschaften nach Griechenland, Italien und Spanien verpflanzten. Das Aufblühen Griechenlands, die herrlichen Früchte, die Kunst und Wissenschaft dort zeitigte, zum großen Theile sind auch sie auf den Bergbau selbst zurückzuführen, da die Machtentfaltung und Blüthe des alten Hellas vornehmlich auf dem Ertrage der Bergwerke im Lauriongebirge beruhte, welche Silber, Blei, Galmei und Kupfer förderten. — — —

Im Laufe der Zeit wurde der Betrieb der Bergwerke immer ausgedehnter, neue Erze wurden gefunden und verarbeiten gelernt, und insbesondere im Mittelalter stand das Bergwesen in hohem Ansehen. Die Fürsten stellten es unter ihren besonderen Schutz, erließen Vorschriften und Verordnungen, und belehnten mit ertragreichen Bergwerken solche Vasallen, die sich ihrer besonderen Gunst erfreuten.

Einen nie geahnten Aufschwung nahm aber der Bergbau erst, als der schwachen Kraft des Menschen ein mächtiger Helfer und Bundesgenosse im Schießpulver erstand. Wo früher Wochen und Monde Hammer und Meißel thätig sein mußten, um das harte Gestein zu zertheilen, war nun kaum ein Tag vonnöthen, und immer tiefer und tiefer drang der Mensch in das Innere der Erde, immer ausgedehnter wurden die Stollen und Schächte, die er, kühn gemacht durch den Erfolg, zur Ausführung brachte. Endlich kam ihm die Dampfkraft zu Hilfe, und hiermit beginnt die neue Epoche des Bergbaues, eine Entwicklung desselben, die

mit Riesenschritten gedieh, aber noch durchaus nicht beendet ist. Wir werden noch wiederholt Gelegenheit haben, auf diese Revolution, die Schießpulver und Dampfkraft auch auf dem Gebiete des Bergbaues hervorriefen, des Näheren einzugehen.

Nun war die Zeit vorbei, da man noch nicht auf sicherer Basis geologischer Forschung die Schürfung begann, sondern sich der Wünschelruthe bediente und Geisterbeschwörungen murmelte; da man die Verwerfung einer ergiebigen Ader, die gerade im Abbaue stand, dem bösen Walten eines Koboldes zuschrieb und denselben zu versöhnen trachtete. Der Bergbau war nun selbst zu einem ausgedehnten Wissensgebiete geworden, und im gleichen Maße zog er auch andere Wissenschaften in seinen Kreis.

In erster Linie ist es die Geologie, welche wohl ebenso sehr den Bergbau gefördert hat, als sie durch ihn gefördert wurde, ferner ist die Lehre von den Lagerungsverhältnissen der Gesteine für den Bergmann von höchster Wichtigkeit geworden, und die Paläontologie wieder lehrt ihn lesen, was die Natur vor Millionen Jahren mit ehernem Griffel in ihr ewiges Buch eingeschrieben hat. In gleicher Weise haben Chemie und Physik ihren bedeutenden Antheil an der Förderung des Bergbaues; wir werden dies noch oft und deutlich sehen und wollen an dieser Stelle nur an die Herstellung der Sicherheitssprengstoffe und an die große Zahl von Maschinen, Hebewerken, Wasserhaltungsanlagen, Ventilationseinrichtungen u. s. f. erinnern, zu deren Construction in erster Linie die Kenntniß physikalischer Gesetze nöthig war. Auch die Errungenschaften der jüngsten aller Wissenschaften, der Elektrotechnik, macht sich der moderne Bergbau zu Nutze, und ebenso steht die Meteorologie wie auch die Hygiene in seinen Diensten . . .

Dem Bergbaue verdankt der Mensch außer dem Eisen und den Metallen auch noch eine Reihe anderer Stoffe, die er gewinnen und für seine Zwecke nutzbringend zu verwerthen lernte. Wir erinnern an das Salz, das, in bedeutender Menge gefördert, nicht nur als Würze der Speisen Verwendung findet, sondern auch in der Industrie zur Herstellung der Soda und einer großen Reihe anderer Producte, welche damit im engsten Zusammenhange stehen, dient; wir erinnern an die mächtigen Kalisalzlager zu Staßfurt und Kalusz, deren Producte als werthvolle Düngemittel ein hohes Ansehen genießen und überdies vielfach in der Industrie Verwendung finden. Auch Schwefel und Salpeter, die Alaune und die borsauren Salze werden bergmännisch gewonnen, ebenso Erdöl und Asphalt, und sie, beziehungsweise die Verbindungen, welche daraus dargestellt werden, sind heute von ebensolcher Bedeutung, wie etwa das Eisen oder das Steinsalz.

Von der größten Bedeutung für das Menschengeschlecht war es jedoch, als vor mehr als hundert Jahren die Steinkohle bekannt wurde und man nach und nach begann, sie bergmännisch abzubauen und als Brennstoff zu verwenden. Die Kohle dient daher wieder zur Gewinnung und zur Verarbeitung anderer Stoffe aus dem Erdinnern, und so sehen wir, daß die Producte des Bergbaues, dieses wichtigsten Zweiges der Urproduction, eine geschlossene Kette bilden, in der ein

Glied ins andere eingreift, ein Glied das andere fördert und unterstützt und keines fehlen darf, soll der gleichmäßige Gang des Ganzen nicht gestört werden.

Durch den Bergbau sind aber nicht nur den Menschen Schätze zu Theil geworden, ohne welche unsere heutige Cultur undenkbar wäre, er hat auch unsere Erkenntniß der Dinge selbst in hohem Maße bereichert. Ihm verdanken wir nicht nur schimmernde Erze und blinkende Steine, sondern einen großen Theil unserer



Bronzene Werkzeuge und Waffen (Schmalmeißel, Flachbeile und Dolch) aus Böhmen, $\frac{1}{2}$ n. Gr. Zu Seite 5.

Anschauungen über das Walten und Weben der ewigen Kräfte der Natur und über die Schöpfungsgeschichte der Erde.

Wenn wir aber den Segen des Bergbaues hervorheben, dürfen wir auch der Gefahren nicht vergessen, welchen jene, die ihn betreiben, fast jeden Augenblick ausgesetzt sind. Wenn die unterirdischen Gewalten entfesselt werden, wenn ein Erdstoß die tragende Decke der Stollen zerreißt, wenn die mühsam zurückgedämmten Wasser einbrechen in die Baue, oder im Kohlenwerke ein Funke die Katastrophe auslöst, dann erblicken oft hunderte, die vor wenigen Stunden in die Grube mit fröhlichem »Glück auf« eingefahren sind, die Sonne nicht mehr, und fürchterliche

Bilder der Zerstörung und Vernichtung sieht unser Auge. Ein Trost bleibt es nur, daß die Technik unablässig bestrebt ist, die Gefahren zu vermindern und den Betrieb der Gruben so ungefährlich als möglich zu gestalten.

Furchtbare Kräfte schlummern in der Tiefe. Die Glut des dereinst gasförmigen und dann flüssigen Erdballes hat sich in das Innere zurückgezogen, und durch die Zusammenziehung des allmählich erkaltenden Erdballes sind Spannungen entstanden, von deren Größe wir nur annähernde Vorstellungen uns machen können. Es mag genügen, wenn wir darauf hinweisen, daß die Gebirge, die Alpen wie der Chimborasso durch diese Zusammenziehung aufgetrieben wurden. Und noch ist die Erde nicht zur Ruhe gekommen. Wohl entstehen, soweit der Menschen Aufzeichnungen reichen, keine himmelanstrebenden Berge mehr, aber genaue Messungen haben ergeben, daß die Continente theils sich langsam aus dem Meere erheben, theils lautlos wieder in das ewige Meer, das sie geboren, zurückgleiten. Nur manchmal noch geht ein mächtiges Zucken durch den Riesenleib der Erde und Städte und Menschen wirft es in den Staub. Und brechen die Feuer der Tiefe los, dann finden in wenigen Minuten Zehntausende ihren Tod, wie unter anderen der letzte furchtbare Ausbruch des Krakataua im Jahre 1883 gezeigt hat. Sehen wir aber auf einer Seite Tod und Vernichtung durch die unterirdischen Gewalten über das Menschengeschlecht gebracht, so wirken sie auf der anderen wieder zu seinem Heile und Segen. Quellen, beladen mit heilsamen Stoffen, die dampfend und sprudelnd der Erde entspringen, beweisen uns dies, und staunend und bewundernd steht der Mensch, ist er Zeuge, wie in regelmäßigen Intervallen die kochenden Wasser der Geyser auf Island oder im Nationalpark zu Nordamerika in die Lüfte geschleudert werden. — — —

Nicht nur die Wunder der Tiefe, die Großartigkeit der Gewalten, die sich dort unten offenbaren, fordern unser Interesse heraus. Auch die Pioniere der Unterwelt selbst, die Wackeren, die unentwegt zur Tiefe steigen, um der Erde Schätze zu fördern, sie verdienen im vollsten Maße unsere Beachtung. Hat ihnen doch die Tiefe ein ganz eigenes Gepräge verliehen, und sehen wir gerade bei den Bergleuten Glaube und Aberglauben, Tracht, Gebräuche und Sitten aus alter Zeit bis auf unsere Tage an manchen Orten noch in wunderbarer Reinheit erhalten, so daß auch sie unsere Aufmerksamkeit mit Recht in Anspruch nehmen. Wie aber die verschiedenen Zweige des Bergbaues — Erz- und Kohlenförderung, Gewinnung der Salze, oder die Suche nach Gold und Edelstein — ganz verschieden von einander sind, mit verschiedenen Mitteln arbeiten und ihre Zwecke auf ganz verschiedenen Wegen zu erreichen wissen, so ist auch der Bergmann in seiner Art verschieden; anders zeigt sich uns der Knappe im sächsischen Erzgebirge, und anders der Diamantengräber in Capland oder der Goldsucher in Alaska. Eine Mannigfaltigkeit finden wir, eine Abwechslung und Verschiedenheit, die das Studium der diversen Arten des Bergbaues, verschieden nach der Natur des zu fördernden Materiales und der geographischen Lage, umso interessanter macht. Und wie sehr der Bergmann ver-

wachsen ist mit seiner Thätigkeit und seinem Berufe, das zeigt sich uns schon deutlich aus der besonderen Ausdrucksweise, die er sich zurechtgelegt und die seit hunderten von Jahren fast keine Aenderung erfahren hat. — — —

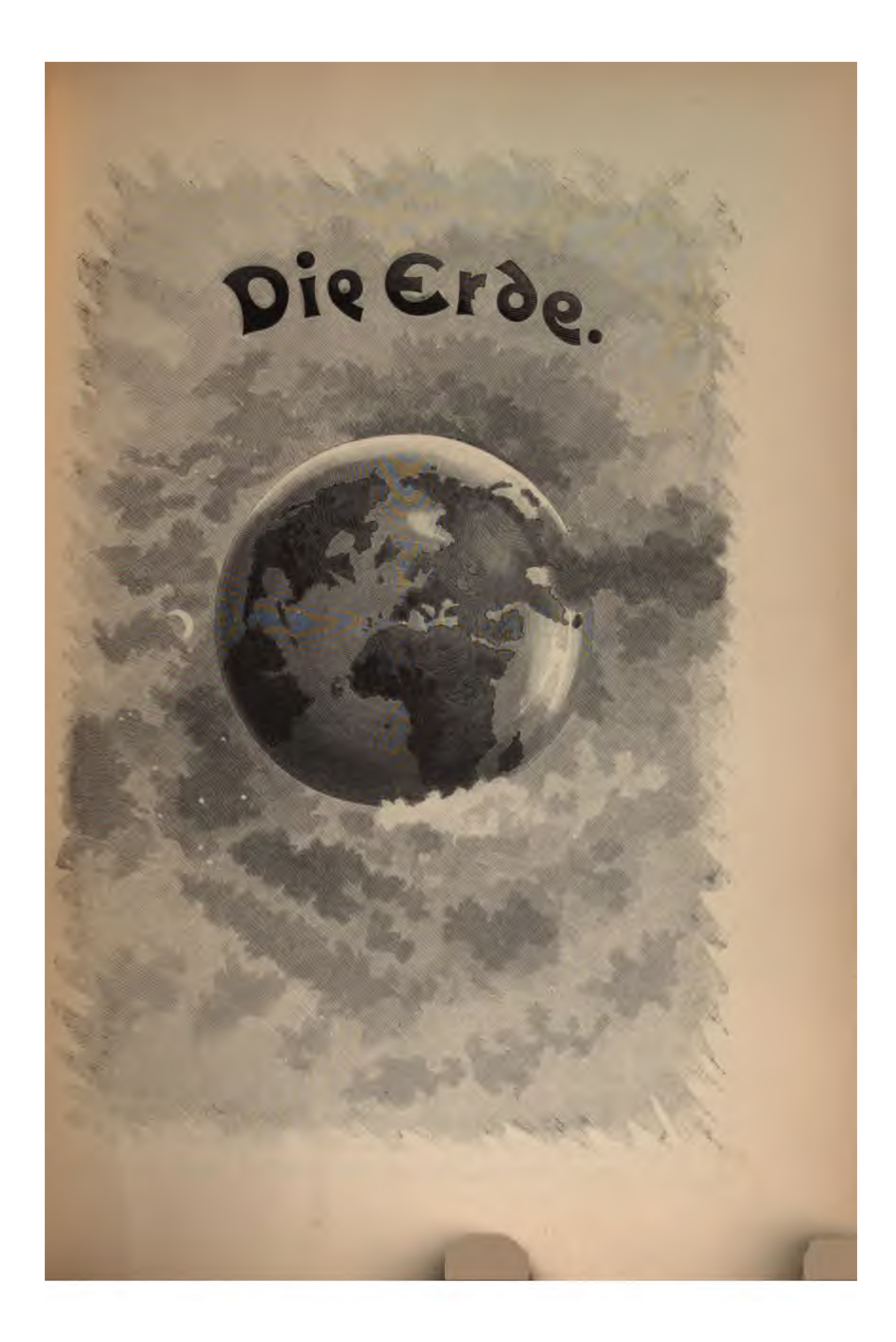
Doch nicht nur Schätze und Gefahren birgt die dunkle Tiefe, sie ist auch reich an Poesie, wie sie sich dem Menschen angesichts der Größe der Natur stets offenbart. Und wenn wir sehen, wie in schmaler Kluft die Krystalle im trüben Schein der Grubenlampe schimmern, wenn wir sehen, wie der Tropfstein sich bildet und die Eisenblüthe wächst, dann finden wir es begreiflich, daß der Bergmann seine Welt mit Kobolden und Wichtelmännchen bevölkert und deren Walten und Weben im Geräusche des fallenden Tropfens oder des rieselnden Schuttes zu vernehmen glaubt. Auch dies ist Poesie!

Eine Welt für sich liegt in der Tiefe, der Mensch hat sie geschaffen, der Mensch ist ihr Gebieter und ihr Herr.

Und um ihre Wunder kennen zu lernen, wollen wir nun selbst hinabsteigen in die Tiefen der Erde.

Glück auf!




Die Erde.





Glaub' nur, daß kein Atom
Verloren geht dem All',
Kein Tropfen aus dem Strom,
Kein Blatt im Fall,
Auch kein Gedanke, kein
Verlangen, nichts . . .
Erkenne dies und schreib' dich ein
Ins Buch des Lichts.

Hermann Lingg.

Wer jemals Gelegenheit hatte, längere Zeit in einem Bergbaudistricte zu verweilen, oder doch nur einige Tage in einem solchen zu verbringen, dem werden dort das eigenthümliche Leben und Treiben, die vielfachen Abweichungen von den an anderen Orten üblichen Gepflogenheiten nicht entgangen sein. Die Beschäftigung mit einem der wichtigsten Zweige der Urproduction modelt nicht nur jene um, welche ihn betreiben, sie drückt selbst der Gegend ein eigenthümliches Gepräge auf, das sich wesentlich unterscheidet von jenen Landschaftsbildern, die wir anderwärts zu sehen gewohnt sind. Es sind dies Eindrücke, die dem Beschauer binnen kurzer Zeit auffallen müssen, sieht er aber näher zu, so wird er noch manch anderen Umstandes gewahr werden, der ihm darthut, daß der Bergbau durchaus von allen anderen Gewerben abweicht, daß er hier ein in sich nahezu vollkommen abgeschlossenes Productionsgebiet aufgerollt sieht, welches wohl des näheren Studiums und der eingehenderen Beschäftigung werth erscheint. Und indem er nun dem Wesen der Sache näher tritt, indem er nachsinnt über die Bedeutung des Bergbaues selbst, wird ihm eine Fülle neuer Anschauungen zufliegen, er wird sich immer mehr und mehr in die magischen Kreise des Bergbaues gezogen fühlen, und er wird trachten, den Schleier zu lüften, welcher die Geheimnisse der Tiefe vor den Augen des Laien verbirgt.

Wem aber das Studium des Bergbaues, dieses wichtigsten Zweiges der Urproduction, wahre Befriedigung bieten soll, der darf sich nicht mit jenen Kenntnissen begnügen, welche er sonder Mühe erlangen kann, er muß vielmehr trachten, in das Wesen der Dinge selbst einzudringen. Aus diesem Grunde würden wir unser Ziel nicht erreichen, wollten wir blos die Berufsarbeit des Bergmannes schildern, wir müssen vielmehr auch jenen Zweigen der Naturwissenschaft unsere Aufmerksamkeit zuwenden, welche Hilfsdisciplinen der modernen Bergbauwissenschaft sind. Und vor Allem scheint es uns geboten, die Erde selbst, ihre Entstehung, ihre Beziehung zu anderen Weltkörpern und ihre geologische Beschaffenheit, soweit dies

für den Bergmann und den Gebildeten überhaupt von Interesse ist, kennen zu lernen. Die Erde als Weltkörper wollen wir daher zunächst in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. . . .

Wenn wir in klarer Winternacht zu den Gestirnen aufblicken, die in schweigender Pracht über unseren Häuptern funkeln und uns Rechenschaft zu geben versuchen, wie viele wohl unser Blick umfassen mag, so werden wir, verwirrt durch die scheinbare Nähe, in welcher die Gestirne zu einander stehen, ihre Zahl wohl weitaus überschätzen. Denn, wie sorgfältige Zählungen ergaben, sind am nördlichen Himmel für ein normales Auge nur wenig über dreitausend Sterne sichtbar, und nur wer von der Natur mit sehr scharfen Augen begabt wurde, vermag ungefähr fünftausend zu überblicken. Nehmen wir aber ein gutes Fernrohr zu Hilfe, so wächst die Summe der dann sichtbaren Gestirne ins Unfaßbare. Wohl konnte ihre Anzahl noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch sind immerhin Schätzungen möglich, und dieselben ergaben die ganz colossale Anzahl von hundert Millionen, eine Größe, von welcher wir uns keinen Begriff zu machen vermögen.

Die große Mehrzahl dieser Gestirne, welche den nächtlichen Himmel schmücken und ihm seinen schon seit Jahrtausenden unverändert gleichbleibenden Charakter verleihen, gehören zur Classe der Fixsterne, da sie ihre Stellung zu einander, abgesehen von geringen, ohne genauere Meßinstrumente erst nach Ablauf von Jahrhunderten sich bemerkbar machenden Ortsveränderungen, nicht wechseln. Und jeder dieser Fixsterne bildet eine selbständige, gleich der unseren im eigenen Lichte leuchtende Sonne, und ist wahrscheinlich auch wie diese von Planeten umgeben, die ihn seit Aeonen umwandeln. Wenn wir nun aber versuchen, uns einen Begriff von der Entfernung der Fixsterne untereinander, oder von der Sonne oder unserer Erde zu machen, so stoßen wir hierbei neuerdings auf Schwierigkeiten, da wir nicht im Stande sind, uns eine deutliche Vorstellung von Millionen von Meilen zu geben. Auch wenn wir uns vergegenwärtigen, wie oft die Entfernung zwischen Erde und Sonne aneinandergelegt werden müßte, um einen dieser Fixsterne zu erreichen, so würden wir hierdurch doch nur dann einen relativen Aufschluß erhalten, wenn wir zwischen mehreren solchen Entfernungen Vergleiche anstellen. So ist der helleuchtende Stern im Sternbilde des Centauren 400.000 Sonnenfernen von der Erde entfernt, diese Zahl wird uns aber verständlicher, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß das Licht in einer Secunde mehr als 40.000 Meilen zurückzulegen vermag, um also von dem erwähnten Sterne zu uns zu gelangen, benöthigt es trotz seiner ungeheuren Fortpflanzungsgeschwindigkeit ungefähr $6^1/_2$ Jahre. Mit anderen Worten, wenn heute dieser Stern plötzlich erlöschen würde, also aufhören, Lichtstrahlen zu entsenden, so würden wir dessen erst nach $6^1/_2$ Jahren gewahr werden, denn so lange würde es dauern, bis die letzte von ihm ausgegangene Lichtschwingung unsere Erde erreicht. Dies ist aber ein uns verhältnißmäßig naher Stern, die meisten anderen Fixsterne sind viel, viel weiter von uns entfernt, und nach Berechnungen Herschel's giebt es

Fixsterne, deren Licht erst nach tausenden von Jahren die Erde zu erreichen vermag.

Unsere Erde, auf der sich unser Leben abspielt, auf der wir lieben und leiden, sie ist nichts weiter als ein Planet des uns nächsten Fixsternes, der Sonne. Und wenn wir nun ihre Größe, ihre Entfernung von der Sonne in Parallele setzen zu den unfaßbaren Weiten, die uns, wie wir oben angedeutet haben, von anderen Fixsternen trennen, so sehen wir, daß sie eigentlich nur ein verschwindend kleines Stäubchen, ein Atom im Weltraume ist. Nur als einen Bruchtheil eines Ganzen können wir sie betrachten, nicht aber als die Hauptsache im Weltenraume oder als



Lichtwölkchen, durch das Teleskop gesehen. Zu Seite 15.

jenen Weltkörper, dessentwegen die anderen vorhanden sind: sie ist ein Planet wie tausende andere, der nach ewigen Gesetzen seine Bahnen wandelt.

Ja, wenn wir mit den stärksten Teleskopen den Weltenraum durchforschen, so bemerken wir an manchen Stellen helle Lichtwölkchen, die sich bei näherer Betrachtung wieder in ein Heer von Sternen auflösen. Und der Schluß hat seine volle Berechtigung, daß diese Lichtwölkchen abermals Weltensysteme darstellen, die ihrerseits wieder um einen Centralkörper in gleicher Weise wie die Erde und die anderen Planeten um die Sonne kreisen. — —

Nebst der Erde kennen wir noch eine Reihe anderer Planeten, die alle die Sonne in nur sehr wenig excentrischen Ellipsen umwandeln, welche alle einen Brennpunkt, der im Mittelpunkte der Sonne liegt, gemeinschaftlich haben. Außerdem

haben sie alle die gemeinsamen Eigenschaften, daß sie sich sowohl um ihre Achsen, als auch auf ihrer Bahn um die Sonne in der gleichen Richtung, nämlich von West nach Ost, bewegen und in der gleichen Richtung schwingt sich auch die Sonne um ihre Achse; endlich sind die Bahnen aller Planeten nur sehr wenig gegeneinander und gegen den Aequator der Sonne geneigt. Alle diese auffallenden Thatsachen legten den Gedanken nahe, daß sie auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, daß wir also überhaupt für unser Planetensystem einen gemeinsamen Ursprung annehmen können.

Es ist begreiflich, daß schon seit Alters her die Menschen versuchten, sich über die Entstehung der Erde Rechenschaft zu geben. Auf dieses Streben ist die dogmatische Aufstellung der alten Religionssysteme, nach welchen die Erde theils aus Nichts, theils durch geschlechtliche Erzeugung oder aus einem Ei hervorgegangen sein sollte, zurückzuführen. Aber schon die alten griechischen Philosophen, unter ihnen besonders die der jonischen Schule, sannen auf eine haltbare und einleuchtende Theorie der Weltentstehung, und sie fanden in der Vorstellung, es hätten sich dunstartig im Weltenraume zerstreute Massen zu festen Körpern geballt, eine genügende Erklärung. Kepler belebte dann später diese Anschauung aufs Neue, und durch die Fortschritte in den astronomischen Forschungen fand sich bald eine Reihe von Thatsachen, welche als Bestätigung dieses Theorems dienen konnten. Jedoch war es erst Kant, welcher dieses Problem in seiner im Jahre 1755 veröffentlichten »Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels« ausführlich behandelte und auch die Gründe darthat, auf welche es sich stützen konnte. Allerdings fand sein Buch nur wenige Anhänger und blieb zum größten Theile unbeachtet, bis erst 40 Jahre später Laplace neuerdings und vollkommen unabhängig von Kant den gleichen Gedanken aufgriff und demselben zum Siege verhalf. Und heute ist die Kant-Laplace'sche Theorie über die Entstehung des Sonnensystems allgemein anerkannt, sie ist auch überhaupt die einzige, welche es gestattet, diesem Probleme ohne Supponirung unhaltbarer und unbewiesener Annahmen näher zu treten.

Nach der Kant-Laplace'schen Theorie haben wir uns vorzustellen, daß all die Stoffe, die jetzt unsere Erde, die Sonne, sowie alle Sterne bilden, im gasförmigen Zustande vereint waren, daß sie also eine glühende Dunstmasse bildeten, welche von West nach Ost rotirte. Diese Masse wurde immer dichter, d. h. sie zog sich zusammen und gleichzeitig trat Abkühlung ein, welche naturgemäß an den äußeren Schichten stärker war als im Innern. Die Folge dieser ungleichförmigen Abkühlung war es jedoch, daß sich diese äußeren Schichten stärker zusammenzogen, sich losrissen, und nun zunächst als äquatorial gelagerte Ringe den Hauptkörper umgaben. Im Momente des Losreißens war ihnen aber die Eigenbewegung geblieben und sie rotirten nun auch mit dem Centralkörper von West nach Ost.

Indem aber die Abkühlung des Ringes weiter fortschritt, zerriß dieser abermals, und die nun wegfliegenden Theile bildeten die Planeten, die Erde wie den Jupiter, den Mars wie den Saturn. Auch sie mußten die Eigenbewegung

beibehalten, und somit ist die allen gemeinsame Rotationsrichtung erklärlich. Durch die kolossale Anziehungskraft aber, welche der Centralkörper in Folge seiner überlegenen Masse auszuüben vermochte, wurden sie verhindert, in die Unendlichkeit weiter zu fliegen, vielmehr wurden sie gezwungen, den Centralkörper, welcher sich dann weiter zu unserer Sonne verdichtete, in Form von Ellipsen, die sich nur sehr wenig von der Kreisform unterscheiden, und die alle einen Brennpunkt im Mittelpunkte der Sonne gemeinschaftlich haben, zu umkreisen. Bei einzelnen dieser Planeten fanden dann nochmals solche Abschnürungen von Ringen statt, durch deren Zersplitterung der Mond unserer Erde, sowie die vier Satelliten des Jupiters und andere entstanden.

Ein deutliches Beispiel dieser Art giebt uns der Planet Saturn, dessen Masse ungefähr 92mal so groß ist, wie die der Erde; er befindet sich noch in jenem Stadium, in welcher die Abtrennung der Ringe vor sich geht, um seinen Aequator schwebt ein dreifacher Ring, der sich auch in fernen Zeiten einmal losreißen wird, um weitere Trabanten zu bilden, deren Saturn schon acht besitzt.

Sobald wir aber die Kant-Laplace'sche Theorie auf unser Sonnensystem anwenden, können wir es auch ebensogut auf andere Sonnensysteme in Anwendung bringen und uns vorstellen, daß überhaupt die Gesammtheit der Materie im gasförmigen Zustande sich befand, daß sich davon Theile abtrennten, welche ihrerseits wieder zu Centralkörpern wurden, so daß also alle uns sichtbaren Gestirne, einerlei, ob sie zu unserem Sonnensysteme gehören, oder zu anderen uns unbekannten, eines Ursprunges sind.

Auch manche sogenannte Nebel müssen wir nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung als in Bildung begriffene Sonnensysteme betrachten, welche sich aber noch in einem sehr primitiven Zustande befinden, weil sie vorläufig erst ungeheuere Gasmassen sind, in welchen noch keine Differenzirung zu bemerken ist. Andere Nebel dagegen, die sich gleich den erstgenannten ebenfalls nicht in Sternhaufen auflösen lassen, zeigen schon eine deutliche Differenzirung, insbesondere Rotationserscheinungen, wie dies besonders schön bei dem Spiralnebel in dem Sternbilde der Jagdhunde der Fall ist. Hier sehen wir, wie die Gasmasse um einen Centralpunkt in kreisender Bewegung sich befindet, und nach dem Gesagten können wir uns nunmehr deutlich vergegenwärtigen, wie sich dort dereinst nach erfolgter bedeutenderer Zusammenziehung der Masse Ringe abtrennen werden u. s. f.

Von den vielen ähnlichen Beispielen, die uns alle Sonnensysteme in verschiedenen Stadien der Bildung zeigen, die also zur Erhärtung der Kant-Laplace'schen Theorie dienen können, wollen wir nur noch eines erwähnen, da dasselbe deutlich zeigt, in welch hohem Maße die Astronomie, und somit unsere Kenntniß vom Weltall überhaupt, durch die Himmelsphotographie gefördert wurde. Es ist nämlich ungemein schwierig, nach dem bloßen Anblicke im Teleskope das Bild eines Nebels mit dem Stifte festzuhalten; dagegen gelingt es leicht, ein unfehlbar richtiges Bild eines Nebels mittelst des photographischen Apparates, der hierzu natürlich einer

besonderen Einrichtung bedarf, zu bekommen. Während man beispielsweise bis vor wenigen Jahren von dem großen Andromeda-Nebel nur sehr unklare Zeichnungen, die unter sich nahezu gar keine Uebereinstimmung zeigten, zur Verfügung hatte, ergab eine von Roberts im Jahre 1888 aufgenommene Photographie, daß dieser Nebel ein deutliches Centrum besitzt, welches von dunklen und hellen Ringen umgeben ist, die stellenweise Verdickungen erkennen lassen. In dieses System von Ringen blicken wir, in gleicher Weise, wie dies bei Saturn der Fall ist, von der Erde schräg hinein, so daß uns die ringförmigen Nebelringe als Ellipsen erscheinen. Wir haben also hier ein weiteres Stadium der Entstehung eines Sonnensystemes vor Augen, und da die Photographie nicht trügen kann, werden uns spätere Aufnahmen in Stand setzen, das Weiterschreiten dieser Erscheinung zu verfolgen. Wir werden allerdings wohl nie in die Lage kommen, von bedeutenderen Veränderungen in dieser Nebelmasse zu vernehmen, da ein Menschenleben gegen die Zeitperioden, in welchen sich Welten bilden, verschwindend klein ist; doch wird man auf diesem Wege durch fortgesetzte planmäßige photographische Aufnahmen in hunderten von Jahren wohl im Stande sein, Veränderungen wahrzunehmen, die neuerliche Bestätigungen für die Richtigkeit der Kant-Laplace'schen Hypothese sein werden.


Saturn und die Erde. Zu Seite 17.


Spiralnebel aus den Jagdhunden. Zu Seite 17.

Wenn wir aber die Kant-Laplace'sche Hypothese als richtig anerkennen — und bis heute ist noch kein stichhältiger Grund aufgefunden worden, der gegen

gedeutet werden könnte — so müssen wir auch uns mit einer weiteren hrung derselben befreunden. Ist es nämlich richtig, daß unser Sonnensystem Abstammung von einem großen, ursprünglich im glühenden, gasförmigen



Der Andromeda-Nebel nach der Photographie von Roberts (1888). Zu Seite 18.

Zustande vorhandenen Centralkörper ableitet, so müssen alle die Planeten, welche nun um den Centralkörper rotiren, und auch dieser selbst aus den gleichen Bestandtheilen bestehen. Denn es wäre nicht einzusehen, weshalb einer derselben, beispielsweise die Erde, Stoffe enthalten sollte, welche auf den anderen uns bekannten

Himmelskörpern nicht vorhanden sein sollten, da doch gewiß der ursprünglich vorhandene Centralkörper dieselben alle enthalten mußte. Wenn also die Kant-Laplace'sche Anschauung zutreffend ist, so müssen sich alle uns von der Erde bekannten Stoffe auf den anderen Gestirnen nachweisen lassen. Um jedoch zu zeigen, auf welche Weise dies geschehen kann, müssen wir etwas weiter ausholen.

Wenn wir einen aus Glas gefertigten Körper von der Form eines dreikantigen Prismas zur Hand nehmen und durch denselben das durch einen engen Spalt einfallende Sonnenlicht passiren lassen, so verläßt dieses das Prisma nicht in dem Zustande, in welchem es eingetreten ist, nämlich als homogenes, weißes Lichtbündel, sondern es wird in eine Reihenfolge von Farben zerlegt, die wir als die Spectralfarben bezeichnen. Nehmen wir diesen Versuch in einem vollständig verdunkelten Zimmer vor, in der Weise, daß sich der erwähnte Spalt im Fensterladen befindet, und fangen wir die aus dem Prisma tretenden Lichtstrahlen auf einem weißen Schirme auf, so sehen wir nun auf demselben ein Band, welches die Farben des Regenbogens, die Spectralfarben, zeigt. In ihrer Aufeinanderfolge sind dieselben Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Wollaston war der erste, der im Jahre 1802 die Ausführung dieser Beobachtung in der angegebenen Weise lehrte.



Auflösung des Sonnenlichtes mit Hilfe des Prismas. Zu Seite 20.

Diese Eigenschaft des Lichtes, mit Hilfe eines Prismas zerlegt zu werden, giebt uns nun die Möglichkeit in die Hand, jede Lichtart genau zu untersuchen, in welcher Weise dieselbe zusammengesetzt ist. Die Apparate, welche hierzu verwendet werden, führen die Bezeichnung »Spectralapparate«; sie bestehen im Wesentlichen aus einem Rohre, welches am Ende durch eine Platte verschlossen ist, in dieser befindet sich ein feiner Spalt, der mittelst Schrauben erweitert oder verengt werden kann. Durch diesen Spalt tritt das Licht, welches wir näher untersuchen wollen, ein. Zunächst passirt es nun eine Sammellinse, durch welche es auf eine Fläche des im Centrum des Apparates stehenden Prismas aus sehr stark lichtbrechendem Glase (Flintglas) geworfen wird; hier erfährt es die erwähnte Zerlegung. Mittelst eines Fernrohres wird nun das aus dem Prisma austretende gebrochene Licht unmittelbar beobachtet. Diese Vorrichtung ist wohl sehr wenig

complicirt, sie ist jedoch auch nicht besonders leistungsfähig, und insbesondere zu sehr genauen Beobachtungen wenig geeignet, weshalb verschiedene Verbesserungen angebracht worden sind. So befinden sich an Stelle des einen Prismas deren mehrere, wodurch eine wesentlich stärkere Brechung des Lichtes erzielt wird, ferner sind Vorrichtungen vorhanden, um gleichzeitig zwei Lichtarten beobachten und vergleichen zu können. Endlich tragen die meisten dieser Instrumente noch ein drittes Rohr, in welchem sich eine auf Glas geätzte Scala befindet; wird hinter diese eine Kerzenflamme gestellt, so erscheint die Scala ebenfalls, und zwar wesentlich vergrößert im Gesichtsfelde, den Zweck dieser Einrichtung werden wir später kennen lernen.

Die Spectren, welche wir auf diese Weise zu beobachten in der Lage sind, zeigen nun eine wesentliche Verschiedenheit, je nach dem Zustande des Körpers, welcher das beobachtete Licht ausstrahlt. Betrachten wir auf diese Weise einen festen oder flüssigen Körper, der sich in hellster Weißglut befindet, so erhalten wir immer, einerlei welcher Art der betreffende Körper sei, das gleiche Spectrum, und dasselbe zeigt uns die Farben des Regenbogens, die Spectralfarben in der oben beschriebenen Aufeinanderfolge. Bringen wir dagegen eine sogenannte Geißler'sche Röhre, d. i. ein mit einem bestimmten Gase erfülltes Glasrohr, in welchem das Gas durch den durchschlagenden elektrischen Funken glühend gemacht wird, vor den Spalt des Spectralapparates, so erblicken wir nun ein vollständig anderes Bild, die Farben fehlen vollständig, dagegen sehen wir aber eine Reihe von hellen Streifen und Bändern, welche durch dunkle Flächen von einander getrennt sind. Während aber die Spectren glühender fester oder flüssiger Körper, die sogenannten continuirlichen Spectren, in allen Fällen und ganz unabhängig von der Natur des beobachteten Körpers das gleiche Bild zeigen, besitzt jedes Gas, beziehungsweise jeder gasförmige glühende Körper sein eigenes Spectrum, so daß auf Grund der Beschaffenheit desselben es möglich ist, den Körper zu erkennen, von welchem dasselbe herrührt.

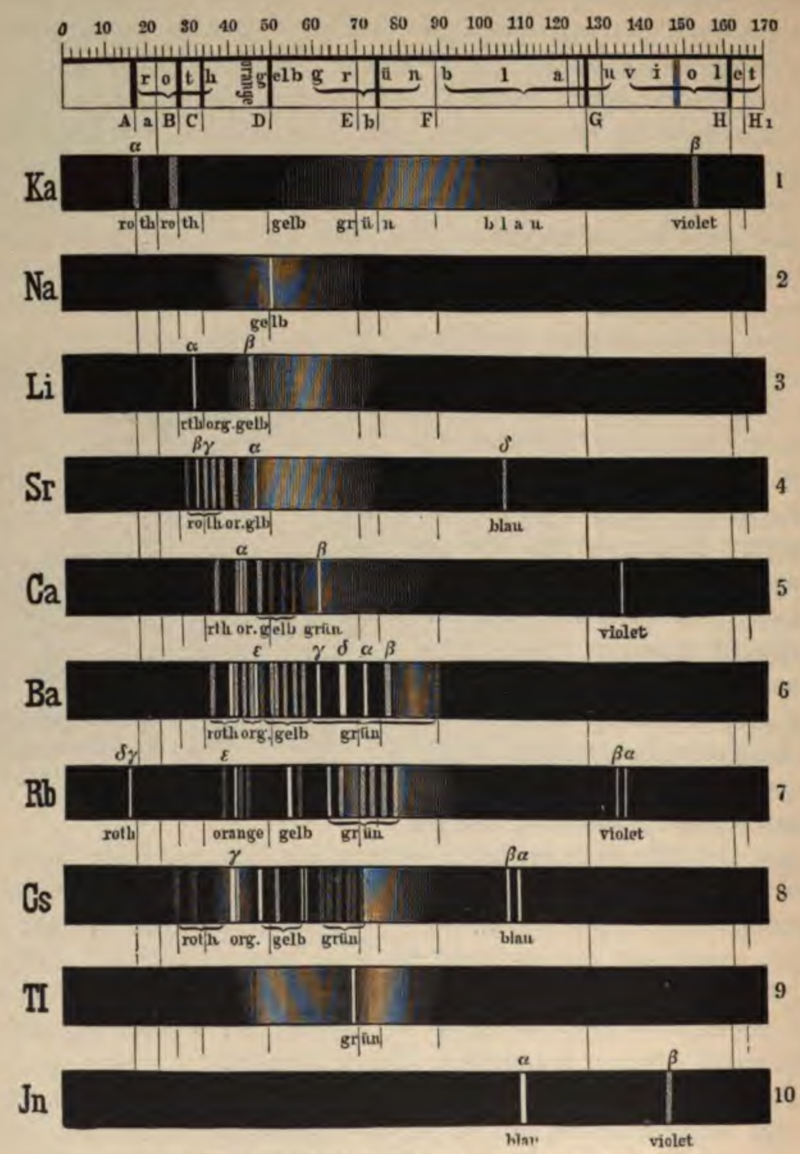


Spectralapparat. Zu Seite 20.

In der einfachsten Weise wird solch ein Spectrum erhalten, wenn man eine Spur des betreffenden Körpers an einem Platindrahte in die nicht leuchtende Flamme eines sogenannten Bunsenbrenners bringt; indem sich der Körper verflüchtigt, werden die Dämpfe glühend, und das Licht, welches sie ausstrahlen, wird in dem Prisma zerlegt.

Führen wir an dem Platindrahte eine Natriumverbindung, beispielsweise das sehr leicht flüchtige Chlornatrium (Kochsalz), in die Flamme ein, so sehen wir

augenblicklich im Spectralapparate eine helle, gelbe Linie aufleuchten, in stärkere
Instrumenten bemerken wir, daß dieselbe aus zwei nahe beieinanderliegenden Linie



Spectraltafel nach Kirchhoff und Bunsen. Zu Seite 23.
1 Kalium, 2 Natrium, 3 Lithium, 4 Strontium, 5 Calcium, 6 Barium, 7 Rubidium, 8 Cäsium, 9 Thallium, 10 Indium.

besteht. Merken wir uns nun genau die Stelle, an welcher dieses Linienpaa
erschienen ist, wozu uns die oben erwähnte Scala dient, und untersuchen wir nu

eine große Reihe anderer Körper im gasförmigen Zustande, so sehen wir wohl viele andere Linien, aber keine einzige, welche mit diesen beiden gelben Linien identisch ist. Untersuchen wir dagegen eine Anzahl von Natriumverbindungen, so werden wir immer dieselben charakteristischen gelben Linien, und zwar immer an der gleichen Stelle erhalten.

So zeigt jeder Körper, wenn wir ihn im Spectralapparate beobachten, seine besonderen Linien, welche immer an der gleichen Stelle erscheinen; dieselben sind sowohl durch ihre Farbe, als auch durch ihre Lage wohl unterschieden. Während sich das Natrium durch die schon besprochenen gelben Linien sofort zu erkennen giebt, zeigt das Kalium eine hellere und eine minder helle Linie im rothen, und eine violette Linie, welche jedoch in der Regel nur schwer sichtbar ist, im violetten Theile des Spectrums. Das Baryum besitzt charakteristische grüne Linien, das Calcium solche von orangerother Färbung u. s. f.

Indem man nun nach und nach die Spectren aller uns bekannten Körper studirte und die Lage der charakteristischen Linien bestimmte, war man befähigt, aus der Farbe, Anzahl und Anordnung derselben die Natur des untersuchten Körpers festzustellen und auch anzugeben, ob blos ein Körper oder aber ein Gemenge vorlag. Diese Gesetzmäßigkeit führte auch zur Entdeckung neuer, bis dahin noch nicht bekannter Körper. Kirchhoff und Bunsen beobachteten nämlich im Spectrum eines Minerales, des Lepidolithes, sowie in jenem der Dürkheimer Soole, neue, bis dahin nicht bekannte Linien, und daraus schlossen sie, es müßten in diesen beiden Stoffen Elemente stecken, welche noch nicht erforscht wurden. Und dieselben wurden später auch thatsächlich, und zwar auf Grund dieser Voraussagung, gefunden und isolirt, es sind dies die dem Kalium und Natrium sehr nahestehenden Elemente Cäsium und Rubidium. Später wurde dann auf die gleiche Weise das Indium von Reich in Freiberg, und ein dem Blei sowohl als auch dem Silber nahe verwandtes Element, das Thallium, entdeckt; das letztere ist durch eine sehr deutlich hervortretende hellgrüne Linie charakterisirt.

Die Mengen der Körper, welche nöthig sind, um ihre Spectra mit aller Deutlichkeit erkennen zu lassen, sind ganz verschwindend geringe. So wird die so überaus charakteristische Linie des Natriums schon durch den drei Millionsten Theil eines Milligrammes dieses Stoffes hervorgerufen und, wie wir gesehen haben, genügt dies, um mit voller Sicherheit die Anwesenheit von Natrium constatiren zu können. Die Spectralanalyse, mit welchem Namen dieses Verfahren überhaupt bezeichnet zu werden pflegt, ist daher von ganz besonderer Schärfe, und in dieser Hinsicht kommt ihr keine andere chemische Reaction auch nur annähernd nahe. Als anderes Beispiel für die Empfindlichkeit der spectralanalytischen Methode wollen wir anführen, daß kurze Zeit nach dem Genusse lithiumhältigen Wässers das Lithium, welches sich im Spectralapparate durch eine schwache gelbe und eine sehr hell leuchtende rothe Linie erkenntlich macht, im Schweiße mit aller Schärfe nachgewiesen werden kann.

Ganz wesentlich verschieden von den besprochenen Spectren, welche in Weißglut befindliche feste oder glühende Körper — continuirliche Spectren — erzeugen und von jenen, welche durch glühende gasförmige Körper erzeugt werden, ist das Spectrum der Sonne. Dem unbewaffneten Auge erscheint dasselbe allerdings nur in den Farben des Regenbogens, allein schon mit Hilfe eines schwachen Fernrohres können wir beobachten, daß dasselbe von einer großen Zahl dunkler Linien durchzogen wird, welche ungleich durch alle Farben vertheilt sind, und mit Hilfe eines stark vergrößernden Instrumentes sehen wir, daß eine überaus große Anzahl solcher Linien vorhanden ist. Diese Entdeckung, welche für unsere Kenntniß von der Beschaffenheit des Sonnensystems von ungeheuerer Tragweite wurde, machte Wollaston im Jahre 1802. Aber erst der berühmte Münchener Optiker Fraunhofer beobachtete im Jahre 1814 diese Erscheinung genauer, und er fand zunächst, daß diese Linien, welche nach ihm Fraunhofer'sche Linien genannt wurden, stets an der gleichen Stelle erscheinen; er bestimmte 576 derselben und bezeichnete die am deutlichsten hervortretenden derselben mit Buchstaben. Er zeigte ferner, daß sich auch im Spectrum des Mondes und der Venus die gleichen Linien nachweisen lassen wie im Sonnenspectrum, daß dagegen die Spectren der Fixsterne wohl auch solche Linien zeigen, daß diese jedoch nicht mit jenen des Sonnenspectrums vollkommen identisch sind.



Fr. Bunsen. Zu Seite 23.

Eine im Sonnenspectrum besonders deutlich hervortretende Linie im gelben Theile desselben wurde von Fraunhofer mit dem Buchstaben D bezeichnet; er machte ferner darauf aufmerksam, daß dieselbe bezüglich ihrer Lage mit der gelben Natriumlinie identisch ist, doch wurde dieser Beobachtung keine besondere Bedeutung zugemessen. Erst 40 Jahre später knüpfte hier der berühmte Heidelberger Physiker Kirchhoff neuerdings an, und es gelang ihm, nachdem er sich von der vollständigen Uebereinstimmung der Fraunhofer'schen D-Linie mit der Natriumlinie vergewissert hatte, auch bald die Ursache, weshalb diese Linie im Sonnenspectrum schwarz erscheint, zu finden.

Wenn wir eine schwach leuchtende Flamme, beispielsweise eine Kerze, vor eine sehr kräftige Lichtquelle, etwa eine Bogenlampe, setzen, so bemerken wir, daß

nun auch die Kerzenflamme einen Schatten wirft. Kirchhoff stellte nun eine Natriumflamme vor den Spalt seines Spectralapparates und hinter dieselbe ein sehr helles, weißes Licht; als er nun das Spectrum beobachtete, welches ein continuirliches war, fehlten in diesem die gelben Natriumlinien, doch fanden sich genau an ihrer Stelle zwei schwarze Linien, es ergab sich also dasselbe Bild, welches das Sonnenspectrum bietet, nur daß in demselben außer der D-Linie noch sehr viele andere schwarze Linien vorhanden sind. Die gleiche Erscheinung der Ersetzung einer oder mehrerer charakteristischer farbiger Linien durch schwarze ergab sich, wenn an Stelle der Natriumflamme etwa Lithium oder Kalium verwendet wurde, immer erschienen genau an der Stelle der entsprechenden farbigen Linien dunkle.



Josef Fraunhofer. Zu Seite 24.

Aus diesen Beobachtungen nun leitete Kirchhoff sein spectralanalytisches Grundgesetz ab, welches besagt, daß das Gas oder der Dampf eines Körpers dieselben Lichtstrahlen absorbirt, welche jener Körper aussendet, wenn er ebenfalls im gasförmigen Zustande ins Glühen gebracht wird.

Nachdem nun auf diese Weise eine unumstößlich richtige Deutung der Natur der Fraunhofer'schen Linien gegeben war, konnten auch die dunklen Linien im Sonnenspectrum eingehender studirt werden, und es ergab sich hierbei, daß eine sehr große Anzahl derselben genau mit vielen hellen Linien zusammenfällt, welche die Spectra solcher Stoffe zeigen, die auf der Erde vorhanden sind. So zeigt das Eisen 460 helle Linien, und an ihrer Stelle zeigen sich im Sonnenspectrum genau ebensoviele dunkle Linien, das gleiche ist bei den hellen Linien vieler anderer Körper der Fall, die im Sonnenspectrum als dunkle »Fraunhofer'sche« Linien nachweisbar sind.

Daraus läßt sich nun mit Sicherheit der Schluß ziehen, daß einerseits die Sonne weißglühend ist und ein continuirliches Spectrum ausstrahlt, daß sie aber andererseits in einer Atmosphäre schwebt, welche alle diese Stoffe in gasförmigem

und glühendem Zustande enthält, so daß das vom Sonnenkerne ausgehende continuirliche Licht zum Theile absorbirt wird.

Aber nicht alle im Sonnenspectrum nachweisbaren Fraunhofer'schen Linien sind auf diese Verhältnisse zurückzuführen, vielmehr ergiebt sich, daß einzelne derselben deutlicher hervortreten, wenn wir dieselben bei Tage beobachten, und dann wieder, wenn die Sonne schon tief am Horizont steht, wenn die Lichtstrahlen also eine größere Luftschichte durchdringen müssen. Daraus können wir den Schluß ziehen, daß gewisse Linien erst durch Absorption in der Atmosphäre der Erde zu Stande kommen, während jene, deren Deutlichkeit zu jeder Tageszeit die gleiche ist, schon in der Sonnenatmosphäre erzeugt werden.

Kirchhoff und Angström, und ferner Lockyer, haben nun diese Verhältnisse unter einem ungeheueren Aufwand von Scharfsinn, Mühe und Zeit eingehend studirt, und es gelang ihnen, folgende Stoffe theils mit absoluter Sicherheit, theils mit großer Wahrscheinlichkeit in der Atmosphäre der Sonne nachzuweisen:

Sauerstoff	Rubidium	Didym	Kupfer
Wasserstoff	Indium	Yttrium	Blei
Stickstoff	Barium	Erbium	Zinn
Brom	Strontium	Mangan	Titan
Schwefel	Calcium	Eisen	Wismut
Silicium	Magnesium	Chrom	Uran
Kalium	Aluminium	Kobalt	Molybdän
Natrium	Berillium	Nickel	Vanadium
Lithium	Cerium	Zink	Platin
Cäsium	Lanthan	Cadmium	Palladium

Iridium.

Wie wir aus dieser Zusammenstellung sehen, sind mehr als die Hälfte der auf der Erde vorkommenden Elemente in der Sonnenatmosphäre nachgewiesen worden, und demnach ist auch mit voller Sicherheit anzunehmen, daß es im Laufe der Zeit gelingen wird, auch für die noch fehlenden den Nachweis zu erbringen. Bemerkenswerth erscheint es übrigens, daß wir im Sonnenspectrum eine große Anzahl Fraunhofer'scher Linien und darunter gerade solche von besonderer Deutlichkeit sehen, für welche uns bisher jede Deutung fehlt; dieselben rühren demnach von Stoffen her, welche entweder auf der Erde nicht vorhanden sind, oder aber, was wahrscheinlicher ist, welche bisher auf der Erde noch nicht gefunden wurden. Und daß dies sehr möglich ist, daß es vielmehr gewiß noch manchen Grundstoff gibt, den wir noch nicht zu isoliren gelernt haben, dies beweist uns die noch immer erfolgende Entdeckung neuer Elemente, wie in letzter Zeit jene des Heliums und des Argons. Die Wissenschaft ist eben unendlich, und jeder Tag bringt Neues und nicht Gekanntes. Wir dürfen daher auch niemals sagen »Ignorabimus«, wir

werden dies nie ergründen, sondern müssen uns auf das einfache »Ignoramus« beschränken — wir wissen es jetzt nicht zu deuten, aber die Zukunft wird die Deutung bringen.

Richten wir den Spectralapparat, welcher es also ist, der uns von der Beschaffenheit der fernsten Himmelskörper sichere Kunde bringt, auf die Planeten, die kein eigenes Licht besitzen, sondern nur von der Sonne erborgtes zurückstrahlen, so sehen wir zunächst das Sonnenspectrum, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Zahl der Fraunhofer'schen Linien eine geringe Vermehrung erfährt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß auch die Atmosphäre der Planeten — soferne sie eine solche besitzen — absorbirend wirkt. Auf diese Weise gelang es, für Mars und Venus die Existenz einer Atmosphäre nachzuweisen, welche nur wenig von jener unserer Erde verschieden ist; in der Atmosphäre, von welcher der Planet Jupiter umgeben ist, fanden sich bedeutende Mengen von Wasserdampf, daneben stoßen wir aber noch auf Linien, welche sich mit keinen von bekannten Körpern herrührenden decken, und ähnliche Erscheinungen finden wir auch bei Saturn.

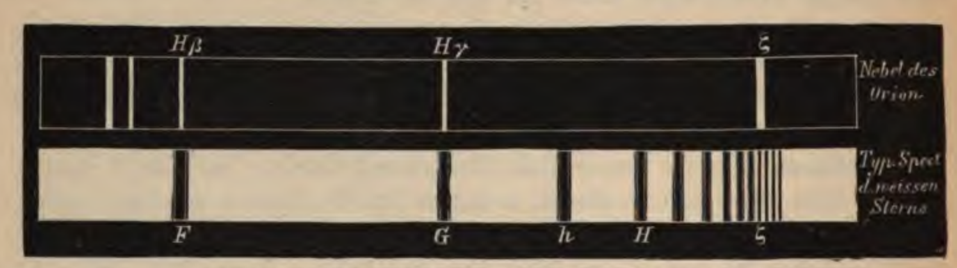
Das Mondlicht endlich giebt ein Spectrum, welches mit jenem der Sonne vollkommen identisch ist, weshalb der Schluß gerechtfertigt erscheint, daß unser Trabant, der mit seinem milden Lichte die Nächte verklärt, kalt und todt ist und nicht einmal mehr eine Atmosphäre besitzt.

Während also die Planeten im Großen und Ganzen das gleiche spectroskopische Bild zeigen wie die Sonne, verhalten sich die Fixsterne wesentlich anders, und auf Grund ihrer Spectra konnte Secchi vier Typen aufstellen, den ersten derselben bilden die weißen oder besser schwach bläulichen Sterne, den zweiten die gelben, den dritten und vierten endlich die rothen Fixsterne.

Zum ersten Typus, zu den Fixsternen mit schwach bläulichem Lichte, gehören ungefähr die Hälfte aller Fixsterne, sie zeigen alle ein continuirliches Spectrum wie die Sonne, doch eine weitaus geringere Anzahl Fraunhofer'scher Linien. Jene jedoch, welche mit voller Sicherheit bestimmt werden konnten, entsprechen fast durchwegs Körpern, die auf der Sonne und insbesondere in den äußeren Partien derselben nachgewiesen wurden. Vornehmlich der Wasserstoff ist in sehr großen Mengen vorhanden, neben diesem sind ferner noch Magnesium, Eisen und Natrium nachweisbar.

Die gelben Sterne zeigen in Bezug auf ihr Verhalten im Spectralapparate die größte Uebereinstimmung mit der Sonne; soweit es die geringe Intensität ihres Lichtes zuläßt, können wir auch hier eine sehr große Anzahl Fraunhofer'scher Linien constatiren, welche im Wesentlichen vollkommen mit jenen der Sonnenspectren übereinstimmen. Daneben finden wir aber auch Linien, welche auf das Vorhandensein von Körpern deuten, die auf der Sonne entweder nur in sehr geringer Menge, oder bisher überhaupt noch nicht nachgewiesen werden konnten; so ist Wismut, Tellur, Quecksilber und wahrscheinlich auch Silber auf den gelben Sternen sehr verbreitet.

Während die weißen Sterne ungefähr die Hälfte, die gelben beiläufig den dritten Theil aller Fixsterne umfassen, sind die rothen Sterne des dritten von Secchi aufgestellten Typus schon sehr selten, und jene, welche den vierten Typus bilden, müssen geradezu als spärlich bezeichnet werden. In den Spectren aller dieser Sterne zeigen sich neben jenen dunklen Linien, welche wir auch bei den gelben Sternen finden, noch in namhafter Anzahl dunkle Bänder und Streifen, welche bei den Sternen des dritten Typus gegen das violette, bei jenen des vierten aber gegen das rothe Ende scharf begrenzt, nach der anderen Richtung jedoch verwaschen sind. Diese dunklen Streifen verweisen uns auf eine sehr bemerkenswerthe Thatsache. Solche Spectren werden nämlich nicht von Elementen, sondern nur von Verbindungen derselben erhalten. Nun wissen wir aber, daß die Existenz von chemischen Verbindungen an eine gewisse Temperatur geknüpft ist, wird dieselbe überschritten, so zerfallen die Verbindungen in ihre Elemente, und wir bekommen dann nur die Spectren beziehungsweise die Linien der letzteren zu sehen. Nachdem



Spectrum des Orion-Nebels und der weißen Sterne. Zu Seite 27.

wir aber bei den rothen Sternen nur wenige Linien finden, welche mit jenen anderer, insbesondere der gelben Sterne übereinstimmen, dagegen in großer Anzahl diese säulenförmigen Streifen wahrnehmen können, so liegt der Schluß nahe, daß die Sterne des dritten und vierten Secchischen Typus schon so weit abgekühlt sind, daß auf denselben die Existenz von chemischen Verbindungen ermöglicht ist. Bemerkenswerth erscheint es ferner, daß manche Repräsentanten des dritten Typus in keiner Weise das Vorhandensein von Wasserstoff, der sonst mittelst des Spectroskopes auf allen anderen Fixsternen nachzuweisen ist, erkennen lassen.

Da wir nun mit Hilfe des Spectroskopes die Räume des Himmels durchforscht haben, können wir aus dem Gesehenen den Entwicklungsgang der Erde ableiten.

Die einfachsten Gebilde sind jene Nebelflecke, welche sich mit Hilfe der größten Fernrohre nicht mehr in Sternhaufen auflösen lassen. Das Spectroskop lehrt uns, daß sie kein continuirliches Spectrum besitzen, sondern daß dasselbe nur aus einzelnen Linien besteht, und daraus muß geschlossen werden, daß wir es hier mit Gasmassen in sehr großer Verdünnung zu thun haben, und zwar läßt die Uebereinstimmung, welche die Spectren einzelner Nebelflecke mit jenen des Stickstoffgases

und des Wasserstoffes zeigen, den Schluß zu, daß diese Nebelmassen der Hauptsache nach aus diesen beiden Gasen bestehen. In ihnen haben wir, insbesondere mit Rücksicht auf den Umstand, daß manchen derselben, wie wir schon an einer früheren Stelle gezeigt haben, eine deutliche Rotationsbewegung eigen ist, die Urmasse in Bildung begriffener Welten zu erblicken, und wir müssen demnach annehmen, daß auch unser Sonnensystem, in welchem unsere Erde nicht viel mehr ist als ein Sandkorn in der Wüste, sich ursprünglich in dem gleichen Zustande befunden haben muß. Als dann dem Gesetze der Centrifugalkraft folgend sich diese ungeheuere Masse, nachdem sich dieselbe wesentlich zusammengezogen, zertheilte, durchliefen die einzelnen Theile mehr oder minder rasch alle die Stadien der Entwicklung, über welche uns die Betrachtung der Fixsterne mit Hilfe des Spectroskopes umfassenden Aufschluß ertheilt.



Ein Sonnenfleck, beobachtet von Secchi am 16. Juli 1866.
Zu Seite 29.

In den Fixsternen des ersten Secchi'schen Typus haben wir das erste Stadium der Abkühlung zu erblicken. Sie zeigen uns vor Allem das Spectrum des Wasserstoffgases, und neben diesem deutliche Linien, die unzweifelhaft verschiedenen Metallen angehören müssen. Das nächste Stadium der Abkühlung sehen wir in den gelben Sternen, zu ihnen zählt auch die Sonne, und aus dem Studium derselben wissen wir, daß ihre Atmosphäre zum größten Theile aus solchen Elementen besteht, die uns auch von unserer Erde her bekannt sind.

Ob jedoch die Masse der Sonne flüssig oder gasförmig ist, darüber können wir heute wohl Vermuthungen aufstellen, es mit Sicherheit zu entscheiden sind wir jedoch nicht in der Lage. Wohl wurde das Auftreten der Sonnenflecke in der Weise gedeutet, daß wir uns dieselbe als ungeheuere Schlackenmassen vorzustellen haben, welche auf der Oberfläche der flüssigen Sonnenmasse schwimmen und durch Abkühlung derselben entstehen. Mit dieser Annahme steht es jedoch im Widerspruche, daß diese Schlackenfelder eine gewisse Regelmäßigkeit im Erscheinen zeigen, daß wir in ihrem Auftreten und Verschwinden eine Periodicität zu erkennen vermögen, und daß ihr Auftreten überhaupt nur auf gewisse Stellen der Sonnenoberfläche beschränkt ist. Wäre der Sonnenball nun thatsächlich im glühenden flüssigen Zustande, so

wären diese Verhältnisse nicht einzusehen, und es fände sich keine Erklärung für die Periodicität der Sonnenflecke, in welchen wir dann schwimmende Schlackenmassen zu erkennen hätten, sowie für das Auftreten derselben in ganz bestimmten Zonen. Zöllner, dem wir diese Theorie verdanken, hat mit derselben allerdings noch eine zweite Erscheinung auf der Sonnenoberfläche in ursächlichen Zusammenhang gebracht. Es sind dies die Protuberanzen.

Wenn wir mit Hilfe eines Fernrohres bei einer totalen Sonnenfinsterniß den Rand der Sonnenscheibe beobachten, so sehen wir, daß von Zeit zu Zeit an demselben rothe Hervorragungen sichtbar werden, die uns der Spectralapparat als glühende Gasmassen enthüllt. Berechnungen haben ergeben, daß einzelne dieser »Protuberanzen«, die man bald auch zu jeder Zeit — also nicht nur bei totalen Sonnenfinsternissen — beobachten lernte, bis zu der enormen Höhe von 16.000 geographischen Meilen aufgetrieben werden; es müssen also Kräfte auf der Sonne thätig sein, von deren Größe wir uns keine Vorstellung zu machen im Stande sind.

Die Entstehung dieser colossalen Eruptionen von glühendem Wasserstoffgas und Metalldämpfen suchte Zöllner nun in der Weise zu erklären, daß er an Erscheinungen anknüpfte, welche wir auch auf der Erde täglich, wenn auch nur in ganz kleinem Maßstabe, zu beobachten im Stande sind.

Viele Körper haben nämlich in hervorragendem Maße die Eigenschaft, im geschmolzenen und sehr heißen Zustande Gase zu absorbiren. Kühlen sie sich dann ab, so werden die Gase, welche im Innern der erkaltenden Masse unter hohem Drucke stehen, mit großer Gewalt ausgestoßen. Diese Erscheinung zeigt das Silber sehr schön, wobei verschluckter Sauerstoff ausgetrieben wird (Spratzen), wir können sie aber auch beobachten, wenn frische Lavaströme erstarren; die Gewalt der dann entweichenden Gasmassen und Dämpfe ist oft so groß, daß um die Austrittsstelle kleine Lavakegel aufgeworfen werden.

Zöllner nahm nun an, daß sich die gleichen Vorgänge auf der Sonne abspielen. Die glühende flüssige Masse des Sonnenballes hat ungeheuere Gasmassen absorbirt, und indem nun nach und nach die Sonne erkaltet, werden diese ausgestoßen und erzeugen die Eruptionen, welche wir als Protuberanzen bezeichnen.

In anderer Weise sucht aber Secchi diese Erscheinungen zu erklären. Bevor wir jedoch auf diese Theorie selbst eingehen, müssen wir vorausschicken, daß, wie Rechnungen ergeben haben, die Sonne ungefähr 322.800mal schwerer ist als die Erde, dem Volumen nach ist sie aber weitaus größer als diese, denn in der ausgehöhlten Sonnenkugel hätte die Erde nebst dem sie umkreisenden Monde bequem Platz. Daraus ergiebt sich nun, daß die Masse der Sonne ein weitaus geringeres specifisches Gewicht besitzt als die Erde; letztere ist ungefähr 5·5mal so schwer als eine gleich große Wassermenge, während das specifische Gewicht der Sonne nur ungefähr 1·5 beträgt. Wie uns aber die Spectralanalyse lehrte, besteht die Sonnen-

masse zum großen Theile aus Eisen und anderen Metallen von hohem specifischen Gewichte. Wären diese nun im flüssigen Zustande vorhanden, so müßte auch das specifische Gewicht der Sonne ein weitaus höheres sein, beziehungsweise es müßte die Sonne ein bedeutend kleineres Volumen besitzen. Diese Ueberlegung führt uns also dahin, daß wir zu der Annahme berechtigt sind, die Sonne sei keine flüssige Masse, wie es die Theorie Zöllner's fordern würde, sondern ein glühender Gasball.

Allerdings befinden sich die Gase, welche die Sonne bilden, unter ganz besonderen Verhältnissen, welche im kleinen Maßstabe experimentell studirt werden können, und dieser besondere Zustand der Gasmassen gestattet es nun auch, in ungezwungener Weise an der Hand der Theorie Secchi's die Erscheinungen der Sonnenflecken, wie der Protuberanzen in befriedigender Weise zu erklären.

Bekanntlich ist es seit den epochemachenden Versuchen Pictet's gelungen, alle Gase, die man bis dahin zu den »permanenten« gezählt hatte, in den flüssigen Zustand überzuführen. Hierzu ist außer der Anwendung eines ganz gewaltigen Druckes aber auch eine entsprechend niedere Temperatur erforderlich, welche man als die »kritische Temperatur« bezeichnet. Wird ein Gas einem noch so starken Drucke ausgesetzt, so wird dasselbe, soferne es wärmer ist als es die kritische Temperatur verlangt, niemals flüssig werden; die Verflüssigung tritt erst ein, sobald es auf seine kritische Temperatur abgekühlt worden ist. Die kritische Temperatur ist natürlich verschieden für verschiedene Gase; während dieselbe für Kohlensäure, welche verhältnißmäßig leicht in den flüssigen Zustand überzuführen ist, bei 30·9° C. liegt, beträgt sie für Sauerstoff und Wasserstoff weit über — 200°. Andererseits liegt aber die kritische Temperatur für solche Stoffe, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest sind, und welche erst durch ganz ungeheuer hohe Temperaturen in den gasförmigen Zustand übergehen, wie etwa die Metalle, von denen die meisten erst bei der Temperatur des elektrischen Lichtbogens sich verflüchtigen, sehr hoch, doch folgen natürlich auch solche Gase diesem Gesetze, und sie werden, mag der auf ihnen lastende Druck noch so groß sein, erst flüssig, wenn sie mindestens die kritische Temperatur erreicht haben.



Strahlenprotuberanzen. Zu Seite 30.

Stehen sie aber bei sehr hoher Temperatur unter bedeutendem Druck, so nehmen sie, obgleich sie nicht flüssig werden können, doch einen eigenthümlichen Zustand an, in welchem sie gewissermaßen das Zwischenglied zwischen flüssig und gasförmig bilden.

Wird beispielsweise Aether in ein starkwandiges Glasrohr eingeschmolzen und dieses vorsichtig erwärmt, so sieht man den Meniscus, welcher die Flüssigkeit nach oben begrenzt, immer flacher und flacher und gleichzeitig auch immer undeutlicher werden; wird die kritische Temperatur erreicht, so verschwindet er, und im Innern des Röhrchens macht sich eine eigenthümlich wogende Erscheinung, meist in röthlich-braunen Diffractionsfarben, bemerkbar. Kühlt man nun langsam ab, so erscheint bei der kritischen Temperatur in der scheinbar leeren Röhre plötzlich an einer Stelle ein gefärbter Nebel, der sich schnell durch die ganze Röhre verbreitet; gleich darauf verschwindet derselbe und man erkennt im unteren Theile des Röhrchens wieder die Flüssigkeit durch einen deutlichen Meniscus vom oberen Dampfraume getrennt.

Wir sehen also, daß schon geringe Unterschiede in Druck und Temperatur wesentliche Veränderungen des Aggregatzustandes unter gewissen Umständen im Gefolge haben können. Secchi nimmt nun an, daß sich die Gasmassen der Sonne in diesem kritischen Zustande befinden; durch die stetig fortschreitende Abkühlung der Sonne werden Bedingungen gegeben, unter welchen der kritische Punkt stellenweise erreicht wird. Die Folge davon sind dann die gewaltigen Ausbrüche von glühenden Gasmassen, welche die Protuberanzen bilden, und ferner die Sonnenflecke, welche nach Secchi einzig allein als wolkenartige Gebilde betrachtet werden müssen. Damit ist nun allerdings noch nicht die Periodicität der Sonnenflecke erklärt und auch nicht der Umstand, weshalb die Sonnenflecke in ihrem Auftreten an gewisse Partien der Sonne gebunden zu sein scheinen, immerhin hat aber diese Theorie gegen jene Zöllner's manches voraus und insbesondere lassen sich manche Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche leichter erklären, wenn wir den Sonnenball als eine Gasmasse betrachten anstatt mit Zöllner den flüssigen Zustand für denselben anzunehmen.

Jedenfalls müssen wir in dem heutigen Zustande der Sonne sowie der gelben Sterne überhaupt ein Stadium erblicken, welches dereinst unsere Erde ebenfalls durchlaufen hat. Als nun der Proceß der Abkühlung immer weiter fortschritt, trat sie in den Zustand des dritten und vierten Secchi'schen Sterntypus, in das Stadium der rothen Sterne; zu dieser Zeit besaß sie schon eine weitaus niederere Temperatur, welche das Zusammentreten der Elemente zu Verbindungen ermöglichte.

Die Abkühlung schritt immer weiter und weiter fort, es bildete sich endlich eine feste Kruste, welche den ursprünglich gasförmigen und dann vollständig flüssigen Ball umgab, und endlich sank die Temperatur soweit, daß auch Wasser sich condensiren konnte. Mit diesem Momente waren auch alle Bedingungen gegeben, welche zur Entwicklung organischen Lebens vorhanden sein mußten.

Außer durch das Teleskop und den Spectralapparat erhalten wir aber auch noch in anderer Weise Kunde von der Beschaffenheit der im Weltenraume vertheilten Materie. Jeder aufmerksame Beobachter des gestirnten Himmels hat sich gewiß schon der sogenannten Sternschnuppen erfreut, die allnächtlich, besonders

zahlreich aber an gewissen Tagen des Jahres ihre leuchtenden Bahnen ziehen. Besonders Glückliche sahen wohl auch schon ein Meteor in rothem oder grünem Lichte aufleuchten und nach kürzerer oder längerer Zeit unter fernem Donnerrollen zerspringen. Sternschnuppen sowohl, als auch die Meteore haben wir nun als Theile von Kometen anzusehen, die in Schwärmen den Weltenraum durcheilen; an bestimmten sich stets gleichbleibenden Tagen des Jahres werden nun diese Schwärme von der Erdbahn durchkreuzt und die Folge ist, daß die große Anziehungskraft der Erde einzelne dieser Schwärme aus ihrer Bahn reißt und sie zwingt, zur Erde zu fallen. Während sie aber fallen, erreichen sie eine ungeheuere Geschwindigkeit, welche so groß ist, daß sie durch die Reibung mit der Luft glühend werden und nun in farbigem Lichte strahlen.

Solche Meteoriten wurden schon in großer Zahl auf der Oberfläche der Erde gefunden, und zwar in manchen Fällen sogleich nach ihrem Anlangen auf der Erde, so daß über ihre Herkunft kein Zweifel bestehen kann. Viele derselben wurden eingehend untersucht und hierbei ergab sich, daß sie keinen einzigen Stoff enthalten, der uns nicht schon von unserer Erde her bekannt wäre.


Meteoreisen von Hex River Mounts. Zu Seite 33.

Die Meteoriten bilden daher in Folge ihrer Zusammensetzung nicht nur einen Beleg für die Richtigkeit der auf spectralanalytischem Wege erhaltenen Resultate, sie bestätigen vielmehr neuerdings die Lehre von der Einheit der Materie und ihrer gleichartigen Beschaffenheit.

Für den Geologen besitzen die Meteoriten aber noch ein weiteres Interesse, da wir an ihnen untersuchen können, in welcher Weise sich die einzelnen Elemente zu einfachen Verbindungen, zu Mineralien gruppiren und wie diese sich wieder zu Gesteinen anordnen. Diese Untersuchungen haben nun ergeben, daß in den Meteoriten sich ein großer Theil der Mineralien mit genau der gleichen Zusammensetzung und Krystallform findet, wie wir sie von der Erde kennen, daß aber einzelne derselben, die wir allerdings im Laboratorium darzustellen vermögen, darin enthalten sind, welche auf der Erde noch nicht gefunden wurden.

Im Allgemeinen können wir die Meteoriten in **Meteoreisen** und **Meteorsteine** eintheilen; die ersteren bestehen der Hauptsache nach aus gediegenem Eisen mit einem namhaften Gehalt an Nickel, Phosphor, Schwefel und Kohle. Die **Meteorsteine**, welche übrigens durch verschiedene Zwischenglieder mit dem Meteor-

eisen zusammenhängen, enthalten dagegen nur geringe Mengen gediegenes Eisen; sie bestehen hauptsächlich aus einer im Aussehen dem vulkanischen Tuffe ähnlichen grauschwarzen Grundmasse, in welcher Körner von Broncit, Nickeleisen und Olivin eingebettet sind. Besonderes Interesse erwecken aber die Kohlenmeteoriten, welche ein körnig bröckeliges Gefüge besitzen und zum großen Theile aus einer Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff und Sauerstoff bestehen.

Wir haben somit an der Hand von Thatsachen den Nachweis erbracht, daß die uns bekannten Weltkörper alle aus den gleichen oder doch aus solchen Stoffen bestehen, die uns auch von der Erde her bekannt sind, und daß somit hierdurch die Richtigkeit der Kant-Laplace'schen Theorie ihre volle Bestätigung findet. Allerdings sind gewisse Lücken vorhanden, indem es nicht gelang, auf allen Gestirnen auch alle uns von der Erde her bekannten Elemente nachzuweisen. Wenn wir aber die durch Spectralanalyse nachgewiesenen Stoffe auf den Fixsternen nochmals Revue passiren lassen, so machen wir eine interessante Beobachtung.

Auf den Fixsternen des ersten Secchi'schen Typus, welche also im Processe der Abkühlung noch am wenigsten weit fortgeschritten sind, waren nur wenige Fraunhofer'sche Linien zu erblicken, dagegen sind die Wasserstofflinien ungemein stark — bei gewissen Sternen dieses Typus wenigstens — ausgeprägt, und neben diesen finden wir nur Linien, welche sich möglicherweise auf das Vorhandensein von Eisen, Magnesium und Natrium deuten lassen.

Die gelben Sterne dagegen und somit auch die Sonne zeigen in großer Menge solche Elemente, welche auch auf der Erde vorkommen.

Die rothen Sterne endlich lassen die Existenz chemischer Verbindungen mit aller Sicherheit erkennen.

Diese letztere Erscheinung läßt sich ungezwungen mit der niederen Temperatur auf den rothen Sternen und ferner aus der Dissociationstheorie erklären. Unwillkürlich drängt sich uns aber die Frage auf, weshalb auf den weißen Sternen nur der Hauptsache nach Wasserstoff nachgewiesen werden kann, trotzdem auf den gelben Sternen, die uns nur einen weiteren Zustand der Entwicklung darstellen, schon so viele Elemente nachweisbar sind. In der Mangelhaftigkeit der Spectralanalyse kann dies unmöglich liegen, denn wir haben gerade gesehen, durch welch große Schärfe sich die spectralanalytische Methode auszeichnet. Wir können demnach mit fast apodictischer Gewißheit annehmen, daß auf den weißen Sternen thatsächlich außer Wasserstoff nur sehr wenige Elemente, und diese jedenfalls nur in sehr geringer Menge vorhanden sind. Warum sind dann aber schon so viele auf der Sonne und noch viel mehr auf den rothen Sternen und endlich auf der Erde? Es mag uns gestattet sein, hierüber an dieser Stelle auch anderen Anschauungen Raum zu geben.

Wenn wir die Eigenschaften der einzelnen Elemente näher betrachten, so stoßen wir hierbei auf viele merkwürdige Aehnlichkeiten. So ist uns der Kohlenstoff in drei verschiedenen Modificationen, als Kohle, Graphit und Diamant bekannt; viele Elemente zeigen untereinander in ihren Eigenschaften eine große Uebereinstimmung.

so die Alkalimetalle Kalium, Natrium, Cäsium und Rubidium, die Erdalkalimetalle Calcium, Barium, Strontium, viele Metalle wie Eisen und Mangan, die Platinmetalle u. s. f. Ja, wenn wir die einzelnen Elemente nach ihren Atomgewichten ordnen, so sehen wir, daß sich dann gewisse Gruppen, natürliche Familien bilden, die alle nur Elemente von großer naher Verwandtschaft und hoher Uebereinstimmung mit Bezug auf deren chemisches Verhalten umfassen. Es gelang sogar auf Grund dieser Zusammenstellung noch nicht bekannte Elemente, deren Atomgewicht und Eigenschaften genau vorauszusagen, dieselben wurden dann auch thatsächlich entdeckt und bestätigten vollkommen das Gesetz, auf Grund dessen sie prophezeit wurden.

Alle diese Thatsachen haben nun schon wiederholt den Gedanken gezeitigt, daß unsere Elemente überhaupt gar keine Elemente in unserem Sinne sind, daß sie gewissermaßen nichts Anderes vorstellen als Verbindungen eines Grundstoffes mit sich selbst in wechselnder Menge und in wechselnder Anordnung. Und nachdem der Wasserstoff das leichteste von allen heute bekannten Elementen ist, hat man sogar die Vermuthung ausgesprochen, ob nicht der Wasserstoff, der übrigens im flüssigen und festen Zustande hervorragend metallähnliche Eigenschaften besitzt, dieser Grund- und Urstoff sei.

Bei Betrachtung des Verhaltens der Elemente und deren Verbindungen dürfen wir ferner nicht vergessen, daß unser ganzes Gebäude der modernen Chemie nur für die Verhältnisse der Erde Geltung hat. Die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen sind ganz andere bei unserer gewöhnlichen Temperatur, und bei Temperaturen, welche weit über oder weit unter derselben liegen. Im ersteren Falle sind schließlich alle Elemente nur gasförmig zu denken, im letzteren giebt es dagegen keine Flüssigkeiten mehr und selbst chemische Reactionen, die sich bei unserer gewöhnlichen Temperatur mit großer Heftigkeit vollziehen, verlaufen bei — 100° entweder gar nicht oder doch nur sehr träge.

Wenn wir nun ferner bedenken, welch enorme, für uns derzeit unerreichbare Temperatur auf den weißen Sternen herrschen mag, wenn wir ferner überlegen, daß dort uns vollkommen unbekannte Kräfte sich äußern, so mag vielleicht der Schluß zulässig sein, daß dort thatsächlich noch der Urstoff — und vielleicht ist es eben der Wasserstoff — als solcher besteht und die Rolle aller Elemente spielt. Sobald sich aber dann diese Verhältnisse ändern, sobald sie sich mehr jenen der Erde nähern, sobald also Temperatur und Druck sinkt, mag erst die Differenzirung in die Elemente in unserem Sinne beginnen. Dementsprechend fänden wir auf der Sonne schon eine große Zahl — ungefähr ein Drittel — der uns bekannten Elemente, auf den rothen Sternen schon chemische Verbindungen, und endlich auf der Erde die uns bekannten Elemente, deren Zahl wir als Maßstab anlegen.

Und schöner und erhebender könnte sich uns die Natur überhaupt nicht offenbaren, als wenn es dereinst gelänge, den Nachweis zu erbringen: es giebt nur eine Materie und diese ist einheitlich, die Elemente und Verbindungen sind nichts als allotropische Modificationen derselben.

Damit hat es jedoch seine guten Wege, denn bis heute ist es der Chemie noch nicht gelungen, Elemente ineinander überzuführen, beziehungsweise sie auf einen einfacheren Typus zu reduciren. Deshalb dürfen wir aber die Hoffnung nicht aufgeben, daß dies dereinst doch möglich sein wird. — — —

Wir haben nun den Entwicklungsgang der Erde beziehungsweise des Sonnensystems von dem Augenblicke an, wo es noch als Nebelfleck im Weltenraume vorhanden war, bis zu jenem Momente verfolgt, in welchem auf der Erde die Bedingungen gegeben waren, daß dieselbe als Wohnstätte von Lebewesen dienen konnte. Unwillkürlich drängt sich uns nun auch die Frage nach der Zukunft unserer Erde auf. Bevor wir diese aber, soweit es heute möglich ist, beantworten wollen, müssen wir uns vorher noch mit zwei Gesetzen vertraut machen, welche das gesammte Weltall beherrschen, nämlich das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes und jenes von der Erhaltung der Kraft.



Laurent Lavoisier. Zu Seite 36.

Es war das Verdienst Lavoisier's, die Naturforschung in die modernen Bahnen gewiesen zu haben, als er zeigte, daß die Materie, d. i. die Gesammtmenge von organisirter wie nichtorganisirter Substanz unzerstörbar und ewig ist, und hierdurch ist er in gewissem Sinne der Kepler der modernen Chemie geworden. Wohl können wir vorhandene Substanz in neue Formen überführen, wir können sie allen erdenklichen Zersetzungen und Umsetzungen unterwerfen, sie in Lösung bringen und sie wieder in fester Form abscheiden — ebensowenig wir aber im Stande sind, neue Substanz zu erzeugen, sind wir befähigt, auch nur den kleinsten Theil der Materie zu vernichten. Sie ist vielmehr ewig und unzerstörbar, mag sie ihre Form auch tausende Male wechseln, ihre Menge bleibt stets die gleiche.

Wenn wir beispielsweise einen Diamant, welcher aus chemisch reinem Kohlenstoffe besteht, der höchsten Weißgluth aussetzen, so sehen wir, daß er kleiner und kleiner wird, und schließlich vollständig verschwindet, er wurde verbrannt. Bei der

Verbrennung entstand aber ein Gas, welches wir Kohlensäure nennen; es enthält den ursprünglich in Form des Diamanten vorhandenen Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff aus der Luft, der zur Verbrennung unerläßlich ist. Fangen wir die Kohlensäure auf und untersuchen wir dieselbe näher, so ergiebt sich, daß sie genau so viel Kohlenstoff enthält als ursprünglich der Diamant gewogen; von seiner Substanz ist somit nichts verloren gegangen.

Dies ist ein Beispiel für die Erhaltung und für die Unzerstörbarkeit des Stoffes; es würde nicht schwer fallen, noch tausend andere aufzuzählen.

Das zweite Fundamentalgesetz, jenes von der Erhaltung der Kraft, wurde von Julius Robert Mayer im Jahre 1842 ausgesprochen.



Julius Robert Mayer. Zu Seite 37.

Julius Robert Mayer, der sich durch die Entdeckung dieses Gesetzes die Unsterblichkeit gesichert, wurde am 25. November 1814 zu Heilbronn geboren; nach Absolvirung der medicinischen Studien begab er sich im Jahre 1840 als Schiffsarzt auf die holländischen Besitzungen in Asien. Gelegentlich eines mehrere Monate währenden Aufenthaltes in Batavia machte er die Entdeckung, daß sich in den heißen Klimaten das Blut der Arterien nur wenig der Farbe nach von jenem der Venen unterscheidet. Mayer erblickte die Ursache dieser auffälligen Erscheinung in der geringeren Desorganisation des Blutes unter dem Einflusse der erhöhten Außentemperatur, welche ein geringeres Wärmebedürfniß des Körpers bedingt, zu dessen Befriedigung ist daher auch die Verbrennung einer geringeren Menge Kohlenstoff aus dem Blute hinreichend als in kälteren Gegenden. Es schien demnach die Arbeitsleistung und der Verbrauch an Kohlenstoff in einem bestimmten Zusammenhange zu stehen, welchen zu erforschen Mayer sich zur Aufgabe machte.

Die ersten Publicationen über diesen Gegenstand, welche Mayer veröffentlichte, blieben vollständig unbeachtet, erst seine im Jahre 1851 erschienene Abhandlung

»Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme« erregte in allen betheiligten Kreisen begründetes Aufsehen, und insbesondere dem berühmten, leider schon verstorbenen Physiker Helmholtz war es zu danken, daß das darin ausgesprochene Gesetz von der Wechselwirkung der Naturkräfte und der Erhaltung der Kraft bald ein allgemein anerkannter Fundamentalsatz der Physik wurde.

Es ist übrigens nicht uninteressant, daß wir schon in den Classikern Stellen finden, welche gewissermaßen als eine Vorahnung des Gesetzes von der Erhaltung des Stoffes und der Kraft zu deuten sind. So sagt Lucretius:

»Nicht vom Himmel vermögen der Erde Thiere zu fallen,
Noch auch hervor aus salzigem Schlamme zu steigen.
— — — — — — — — — — — — — — —
Denn vermöcht er dem Nichts zu entwachsen,
Dann erblühete plötzlich der Jüngling dem kindlichen Alter
Und dem Boden entsprössen sofort die schattigen Wälder;
Somit ist es bestimmt, daß Nichts dem Nichts kann entspringen
Alles vielmehr erwächst, und zwar besonderem Samen.
Und im Wachsen erhält's die Art.«

Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft besagt uns, daß dieselbe ebenfalls in ihrer Erscheinung den mannigfachsten Veränderungen unterworfen ist, jedoch ist auch sie unzerstörbar und kann niemals verloren gehen. Mit der Materie ist die Kraft in unlösbarer Weise verbunden, doch können ihre Wandlungen ebenfalls so verschiedener Art sein, wie jene des Stoffes, aber ihrer Menge nach muß sie stets dieselbe bleiben. Durch eine Kraftäußerung können wir eine Bewegung veranlassen, wo aber die Bewegung endet, tritt Wärme auf. Wenn wir mit dem Hammer den Amboß bearbeiten, werden beide heiß, und die Kraft, mit welcher wir den Hammer geschwungen, ging in Wärme über.

Ein schönes Beispiel, wie die Kraft sich umformen läßt, sehen wir in der modernen Anwendung der Elektricität. Indem wir Brennmateriale unter dem Dampfkessel verbrennen, erzeugen wir Wärme. Diese verwandelt Wasser in Dampf und letzterer treibt eine Maschine, wir haben also Wärme in Arbeit umgesetzt. Durch die Dampfmaschine treiben wir eine Dynamomaschine, welche uns Elektricität liefert. Mit Hilfe einer Bogenlampe setzen wir diese in Licht um, wir können sie aber ebensogut abermals in mechanische Arbeit überführen. Lassen wir aber den elektrischen Strom einen Draht von geringem Querschnitte passiren, so wird dieser heiß und schließlich glühend — die Elektricität ist wieder zu Wärme geworden.

Indem aber das Gesetz von der Erhaltung der Kraft die Umwandlung sämmtlicher Kräfte der Natur ineinander beherrscht, führt es zu der Erkenntniß ihres inneren Zusammenhanges, so daß sich uns dieselben nur als verschiedene Erscheinungsformen einer und derselben Wesenheit darstellen, und berechtigt uns, in diesem Sinne von der Einheit der Naturkräfte zu sprechen. Besonders schön findet dies in einem Satze Dove's Ausdruck, welcher sagt:

»In der Mitte eines großen finsteren Zimmers mag sich ein Stab befinden, der in Schwingungen versetzt ist, und es soll zugleich eine Vorrichtung vorhanden sein, die Geschwindigkeit dieser Schwingungen fortwährend zu vermehren. Ich trete in dieses Zimmer in dem Augenblicke, wo der Stab viermal schwingt; weder Auge noch Ohr sagt mir etwas von dem Vorhandensein dieses Stabes, nur die Hand, welche seine Schläge fühlt, indem sie ihn berührt. Aber die Schwingungen werden schneller, sie erreichen die Zahl 32 in der Secunde und ein tiefer Baßton schlägt an mein Ohr. Der Ton erhöht sich fortwährend, er durchläuft alle Mittelstufen bis zum höchsten schrillen Ton; aber nun sinkt Alles in die vorige Grabesstille zurück. Noch voll Erstaunen über das, was ich hörte, fühle ich, bei zunehmender Geschwindigkeit des schwingenden Stabes, plötzlich von der Stelle her, an welcher der Ton verhallte, eine angenehme Wärme sich strahlend verbreiten, so behaglich, wie sie ein Kaminfeuer aussendet. Aber noch bleibt Alles dunkel. Doch die Schwingungen werden noch schneller; ein schwaches rothes Licht dämmert auf, es wird immer lebhafter, der Stab glüht roth, dann wird er gelb und durchläuft alle Farben, bis nach dem Violett Alles wieder in Nacht versinkt. So spricht die Natur nacheinander zu verschiedenen Sinnen: zuerst ein leises, nur aus unmittelbarer Nähe vernehmliches Wort, dann ruft sie mir lauter aus immer weiterer Ferne zü, endlich erreicht mich auf den Schwingen des Lichtes ihre Stimme aus unmeßbaren Weiten.« — —

Die Quelle aller Kraft haben wir aber, wenigstens soweit unsere Erde in Betracht kommt, in der Sonne zu sehen. Indem die Sonne, so schildert Töpfer, mit verschiedener Intensität die einzelnen Theile der Erdkugel bescheint, bewirkt sie zunächst alle Bewegung in der Atmosphäre. Am Aequator, wo die Sonnenstrahlung viel nachhaltiger wirkt, als an den Polen, entsteht in Folge der Ausdehnung und des Leichterwerdens der Luft ein aufsteigender Strom, von den Seiten dringt die kältere Luft immerwährend nach und die obere erwärmte fließt in entgegengesetzter Richtung ab. Dadurch wird jenes großartige System der Polar- und Aequatorialströme erzeugt, welche überall, selbst wo sie durch locale Einflüsse modificirt sind, in den Winden erkennbar bleiben. Wo immer eine stärker erwärmte Region an eine kältere grenzt, da erfolgt auch eine Bewegung der Luftmassen, im Großen wie im Kleinen.

So sind denn der Orkan, der Wälder zerstört und die Gebäude der Menschen umstürzt, wie der leichte West, welcher, uns Kühlung zufächelnd, die Wasserfläche in leichten Wellen kräuselt oder die Blätter der Bäume flüstern macht, nur Kinder der Sonnenwärme. Und wenn wir die Bewegung der Luft benützen, Windmühlen zu treiben oder die Segel der Schiffe zu schwellen, so benützen wir einen winzigen Theil der Kraftmenge, die uns die Sonne zusendet. Aehnliche Bewegung wie in der Atmosphäre und in gleicher Weise bringen die Sonnenstrahlen in den Meeren hervor: sie treiben die riesigen Massen des Golfstromes nach den europäischen Küsten und führen das eisige Polarwasser nach südlichen Gegenden.

Und dann lockert die Sonnenwärme den Zusammenhalt der Molecüle, alltäglich hebt sie dampfbildend enorme Wassermengen von der Oberfläche der Erde in die Wolkenregion. Die Winde tragen dies Wasser in die entferntesten Länder, wo es als Regen und Schnee auf die Erde zurückstürzt und Quellen, Bäche, Flüsse speist. Diese können aber auf ihrem Laufe zum Meere ganz dieselbe Arbeit verrichten, die erforderlich war, sie über das Meeresniveau zu heben. Wenn der Mensch Schaufelräder in ihren Weg stellt, mittelst welcher Mühlen getrieben oder Hämmer gehoben werden, so benützt er diese Arbeitskraft, freilich auch sie nur zum kleinsten Theil. Die Wassermasse, welche den Niagarafall bildet, wäre im Stande, alle Maschinen der Welt in Thätigkeit zu setzen.

Was aber von der unendlichen Arbeitskraft der Winde oder des fließenden Wassers keine directe Verwendung findet, soll es sich nicht auf andere Art äußern? Das von den Gebirgen herabströmende Wasser übt mechanische Thätigkeit genug, es zernagt das Gestein, zerbröckelt die Felsen, führt lockeres Erdreich und ganze Blöcke in die Ebene, in jedem Rauschen, das an unser Ohr schlägt, wird ein Theil der vorhandenen Kraft verbraucht.

Die allerwichtigste Rolle endlich spielt die Sonnenwärme im Reiche der organischen Gebilde. Die Pflanze entnimmt neben den Stoffen, welche ihr der mütterliche Boden spendet, den zu ihrem Wachsthum nöthigen Kohlenstoff aus der Luft. Hier aber findet sich derselbe nur als Kohlensäure, d. h. in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. Wie ist die Pflanze im Stande, so innige Verbindung der Atome aufzulösen? Es ist allein die Sonnenwärme und das Sonnenlicht, welche sie zu dieser Arbeit befähigt. Darum wächst die Pflanze auch nur, wenn ihr die gehörige Wärmesumme zugeführt wird.

Was noch heute geschieht, geschah schon vor Jahrtausenden. Die mächtigen Kohlenlager, die sich an verschiedenen Stellen der Erde finden, sind deß Zeuge. In ihnen findet sich ein Theil der Wärme und Kraft gleichsam aufgespeichert, welche die Sonne in längst verschwundenen Zeiten der Erde zusandte: mit dieser Sonnenwärme heizen wir unsere Stuben, durch sie setzen wir unsere Maschinen in Betrieb.

Je weiter wir diesen Gegenstand verfolgen, desto wunderbarer und interessanter erscheint er. Die Stoffe, welche die Pflanze erzeugt, Zucker, Fett, Eiweiß u. s. w., bilden mittelbar oder unmittelbar die Nahrung der Thiere und Menschen. Im Thierkörper kommt der Kohlen- und Wasserstoff der Pflanze wieder mit dem eingeathmeten Sauerstoff in Berührung. Es erfolgt eine chemische Verbindung, eine Verbrennung, denn die Producte der Verbindung sind ganz dieselben, welche bei jeder Kerzenflamme auftreten, Kohlensäure und Wasser. Ihr verdanken wir die Eigenwärme des Körpers. Und diese nicht allein: Wie in den Dampfmaschinen sich ein Theil der aufgewandten Wärme in Arbeit umsetzt, so sind auch die Organe des thierischen und menschlichen Körpers, nur in noch viel vollkommenerer und wunderbarerer Weise geschickt, einen Theil der in der Nahrung

aufgenommenen Kraft in Bewegung und Thätigkeit umzusetzen. Freilich ist der Mensch keine Maschine, aber den Naturgesetzen ist sein Leib wie diese unterworfen. Sein Wille kann die vorhandene Kraft benutzen und leiten, aber nimmer kann er Kraft erschaffen.

So hat die mechanische Wärmetheorie selbst auf physiologisches Gebiet, auf die Frage der Ernährung, ihr helles Licht geworfen.

Wohin wir auch blicken, überall wo Bewegung und Thätigkeit, ein Wandeln und Werden war, im Wehen des Windes, im Strömen des Wassers, in der Arbeit der Maschinen, im Wachsen der Pflanzen, im Leben der Thiere, überall erkennen wir als Ursache eine einzige mächtige Kraft, die Wärme, und eine einzige Quelle derselben, die Sonne.

So ist denn zur Wahrheit geworden, was ein geistreicher Forscher als den Sinn der dunklen Inschrift erklärte, die sich an der Statue der Diana von Ephesus, der allnährenden Erdenmutter fand:

»Düsteres Dunkel ist mein Dunkel,
Zur Sonne blick' auf, sie ist's,
Die Leben gibt strahlend!«

Da die Sonne nun die Quelle aller irdischen Kräfte ist, müssen mit Nothwendigkeit diese erlöschen, sobald diese dereinst aufhört, ihre Strahlen der Erde zuzusenden. Auch mit diesem Problem hat sich schon der Geist berühmter Forscher beschäftigt, und mehrere Hypothesen suchen die Unerschöpflichkeit dieser Kraftquelle darzuthun. v. Gohren bespricht dieselben in folgender Weise:

»Nach Pouillet und Herschel ist die Wärmemenge, welche der Erde im Laufe eines Jahres von der Sonne zuströmt, so groß, daß sie, gleichmäßig über die ganze Erdoberfläche vertheilt, hinreichen würde, um eine 97 Fuß dicke Eisschicht zu schmelzen.« Sollte also nicht einmal die Zeit kommen können, wo die Unsumme von Wärme verbraucht ist, zumal wenn man bedenkt, daß nur der kleinste Theil der von der Sonne ausgehenden Bewegungsquanten unsere Erde trifft?

Mayer nimmt an, daß der Anprall schwerer Massen, die, dem mächtigen Zuge der Gravitation folgend, aus unermeßlichen Höhen fortwährend auf die Sonne herabstürzen, ihr die durch Strahlung verlorene Kraft wieder ersetzen.

Allerdings müßten nach dieser Hypothese in der Minute zwischen 94.000 und 188.000 Billionen Kilogramme Meteormasse auf die Sonne niederstürzen und dieser Gedanke könnte Manchem als eine die Mayer'sche Hypothese umstoßende absurde Consequenz erscheinen; bedenkt man aber andererseits, daß die Vergrößerung des Sonnendurchmessers bei der kolossalen Oberfläche der Sonne trotz des massenhaften Meteorsteinhagels doch in historischen Zeiten nicht merklich gewesen sein würde, daß wenn man das specifische Gewicht der meteorischen Massen gleich dem der Sonne nimmt, 33.000 bis 66.000 Jahre erforderlich wären zur Vergrößerung des scheinbaren Sonnendurchmessers um eine Bogensecunde, welche

Winkelgröße etwa die Genauigkeitsgrenze astronomischer Messungen bildet, bedenkt man ferner, daß ohne Zweifel die im Laufe eines Jahres nur der Erde nahekommende Zahl von Asteroiden auf viele Tausende von Millionen sich beläuft, um wie viel mehr denn in das Bereich der Sonne, so wird man die Mayer'sche Hypothese nicht mehr absurd finden.

Tyndall sagt von derselben, »es würde ein großer Irrthum sein, sie nur als Chimäre anzusehen. Sie ist eine großartige Hypothese und man kann sich darauf verlassen, entspricht dieselbe nicht vollständig oder sehr annähernd der Wahrheit, so wird doch die wahre Theorie nicht weniger seltsam oder überraschend erscheinen«.

Helmholtz geht seinerseits von der Nebularhypothese des Laplace aus und nimmt dabei an, daß die nebelige Materie äußerst dünn gewesen sei und bestimmt so die durch ihre Verdichtung zu dem jetzigen Sonnensysteme erzeugte Wärmemenge. Wäre die specifische Wärme der sich verdichtenden Masse dieselbe wie die des Wassers, so würde die Wärme der Verdichtung genügen, um ihre Temperatur um 28,000.000° zu erhöhen.

Helmholtz nimmt nun an, daß diese Verdichtung fortdauert, daß die Oberflächentheile der Sonne noch stets nach ihrem Centrum fallen und so beständig Wärme entwickelt wird. Er zeigt sodann durch Berechnung, daß wenn sich der Durchmesser der Sonne nur um $^1/_{10000}$ seiner jetzigen Länge zusammenzöge, dadurch eine Wärmemenge erzeugt würde, die die Sonnenausstrahlung für 2000 Jahre zu decken vermöchte, während die Verdichtung der Sonne von ihrer jetzigen geringen Dichtigkeit zu der der Erde ihr Aequivalent in einer Wärmemenge finden würde, die die jetzige Sonnenausstrahlung für 17 Millionen Jahre decken könnte.

Mohr nimmt den ganzen Zustand des Weltalls als unveränderlich und im ewigen Kreislauf begriffen an. »Wo soll, so fragt er, die Wärme, welche die Sonne ausstrahlt, hinkommen, da sie doch nicht aus der Welt heraus kann und die Größe des Weltalls auch nach dem Gesetze der Gravitation eine unendliche sein muß. Wenn nun der leere Raum des Weltalls, oder wenn man will, der mit verdünnter Luft oder Aether gefüllte Raum bereits längst diejenige Menge aufgenommen hat, die er überhaupt aufnehmen kann, so können die von den Sonnen ausgehenden Strahlen nur wieder auf andere Sonnen fallen und jede Sonne muß im ewigen Gleichgewichte so viel Wärme empfangen, als sie ausstrahlt. Will man mit der Zeit eine Abnahme der Sonnen an Wärme voraussetzen, so muß man erst nachweisen, wo diese Wärme hinkommen soll, da sie nicht verschwinden kann; andererseits setzt jede Abnahme in der Zeit eine Entstehung des Weltalls in der Zeit voraus, gegen welche die Natur der Materie und der Kraft als unvergängliche Objecte streitet, und gibt man die Existenz der Welt ohne Anfang zu, so ist nicht einzusehen, warum seit der unendlichen Zeit ihres Bestehens alle Veränderungen und Ausgleichungen nicht sollten stattgefunden haben, die überhaupt im Laufe der Zeiten eintreten können.«

Dieses sind die drei bemerkenswerthesten Hypothesen.

Wer wollte, solchen Gedanken nachhängend, nicht staunend den Umsatz der Kräfte im Universum bewundern, wer nicht im Innern ergriffen sein von der Thatsache, daß wir in der Anziehung, welche zwischen den Himmelskörpern im Weltenraume das Band knüpft, die eigentliche Kraftquelle erkennen müssen auch für die kleinsten Processe, welche sich auf unserer Erde abspielen!

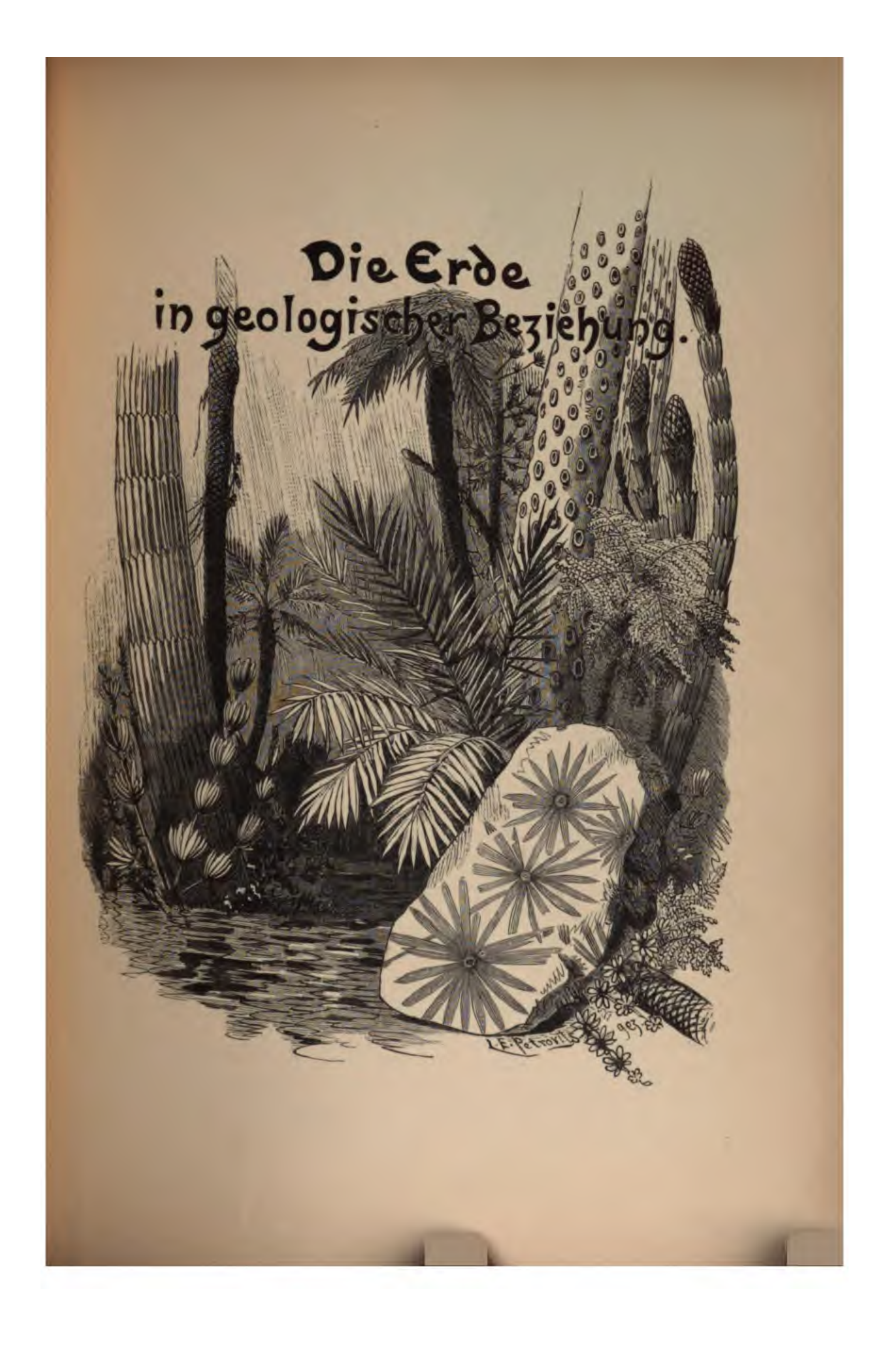
Wenn aber zugestanden werden muß, daß die Kraftsumme, welche im Weltenraume vorhanden ist, unzerstörbar ist, so dürfen wir aber doch andererseits nicht vergessen, daß die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, daß dereinst einmal die Kraftdifferenzen zwischen den einzelnen Weltkörpern ausgeglichen sein werden und daß dann allgemeiner Stillstand, also allgemeiner Tod eintreten muß; denn nur so lange Differenzen der Kraftsummen bestehen, können Kraftäußerungen, d. i. Bewegungserscheinungen, stattfinden. Freilich ist der Zeitpunkt dieser allgemeinen Ruhe für uns unfaßbar weit hinausgerückt, und wie uns die erste Ursache alles Seienden in ewiges Dunkel gehüllt bleiben wird, so auch das Ende aller Dinge.

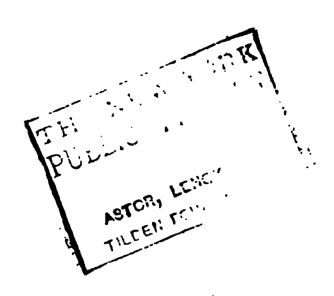
Während nach dieser Hypothese das Ende alles Seins in der allgemeinen Erstarrung zu suchen wäre, bleibt uns noch ein anderer Ausblick, der durch seine Großartigkeit wohl berufen ist, uns dafür einzunehmen.

Indem die Planeten ihre Bahn um die Sonne beschreiben, bewegen sie sich nicht in einem vollkommen leeren Raum; wir müssen uns denselben mit einem Körper erfüllt denken, dem Aether, welcher der Ueberträger der von der Sonne ausstrahlenden Wärmemenge ist. Denn da Wärme nur in Bewegung der kleinsten Theile besteht, muß ein Object vorhanden sein, welches diese Bewegung vermittelt. So ungemein zart und fein vertheilt nun dieser Weltäther sein mag, so muß er doch im Laufe von Millionen Jahren durch den fortgesetzten Widerstand, welchen er der Bewegung der Planeten entgegensetzt, verlangsamend auf deren Geschwindigkeit einwirken. Die Folge dieser allerdings noch nicht bewiesenen Erscheinung wird sein, daß die Planeten ihren Centralkörper, die Sonne, nicht in geschlossenen Ellipsen, sondern in elliptischen Spiralen, welche stets kleiner und kleiner werden, umwandeln. Und schließlich wird die Anziehungskraft der Sonne überwiegen, die Planeten werden in die Sonne stürzen. Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft muß aber die lebende Kraft, mit welcher Merkur und Venus und die Erde, sowie alle anderen Planeten auf die Sonne treffen, in Wärme umgesetzt werden, und diese wird ausreichend sein, die ganze, wieder zu einem einzigen Körper vereinte Masse unseres Sonnensystems neuerdings in den gasförmigen Zustand zu versetzen, aus welchem es hervorgegangen ist.

Und ist dieser Zustand abermals eingetreten, dann besteht kein Grund, welcher die Annahme verhindert, daß der Proceß der Entstehung von Sonnensystemen, wie wir dieselbe aus der Kant-Laplace'schen Hypothese kennen, sich neuerdings wiederholt, so daß wir auch hier einen unendlichen Kreislauf erblicken, ein Werden und Vergehen, das sich seit Ewigkeiten abspielt und Ewigkeiten dauern wird. . . . .




Die Erde
in geologischer Beziehung.





»Natura non facit saltum.«

Wir haben nun in großen Zügen die Bildungsgeschichte der Erde, ihr Werden und auch ihr muthmaßliches Vergehen besprochen. Es war dies insoferne nothwendig, als uns gerade die Entstehung der Erde, sowie ihre Beziehungen zu den anderen Himmelskörpern manchen bemerkenswerthen Aufschluß über ihre Beschaffenheit geben und weil wir nur auf diese Weise einen klaren Einblick in alle die Factoren erlangen, mit welchen der Bergmann rechnen muß.

Aus dem im vorhergehenden Abschnitte Gesagten konnten wir ersehen, daß die Erde nicht auf einmal entstanden ist, daß sie vielmehr einen Millionen Jahre dauernden Entwicklungsgang durchzumachen hatte, bis sie in den heutigen Zustand gelangte. Damit ist die Entwicklung aber noch durchaus nicht abgeschlossen. Unaufhörlich verlaufen die Processe, welche eine Umformung ihrer Oberfläche, eine Veränderung der Zustände in der Tiefe bewirken. Jeder Bach oder Fluß, der dem Meere zueilt, jeder Regentropfen, der an den Gebirgsmassiven herabrieselt, führt feste Theile mit sich und trägt auf diese Weise zur Nivellirung der Erdoberfläche bei; viele Quellen, die beladen mit nützlichen oder heilkräftigen Stoffen die Erdoberfläche erreichen, höhlen den Erdball aus, jede Woge, die an den Ufern der Continente brandet, nimmt Theile derselben mit sich fort, und endlich sind es auch die Erdbeben und die Vulcane, welche bedeutende Aenderungen in der Gestaltung der Erdoberfläche hervorrufen.

Die meisten dieser Veränderungen sind allerdings derart geringfügiger Natur, daß sie sich unseren beobachtenden Blicken, wenigstens in ihrer augenblicklichen Wirkung, entziehen, im Laufe der Jahrhunderte kommen sie aber doch zur Geltung, und an ihnen können wir die Macht der unablässig thätigen Naturkräfte messen. Ein schönes Beispiel dieser Art bilden die mächtigen Auswaschungen durch Flußläufe, die oft hunderte von Metern tief einschneiden. Auf diese Weise ist auch der Große Cañon des Rio Colorado entstanden, welcher wohl die mächtigste Erosion ist, die wir kennen.



Der Große Cañon des Rio Colorado. Zu Seite 47.

Die kolossalen Schutthalden, welche zu Füßen der Gebirgsriesen lagern, sie sind nur Theile derselben, die durch den Einfluß von Wasser und Luft, Hitze und Kälte langsam abbröckelten, und die mächtigen Ablagerungen von Schlamm, Schutt und Gerölle, welche die Ströme an ihrer Mündung anhäuften, sind auch nichts Anderes als Theile der Gebirge.

Aber nicht nur die Kräfte der Natur, auch der Mensch trägt Manches zur Umbildung der Erdoberfläche bei. Denken wir nur an die bewunderungswürdigen Canal- und Eisenbahnbauten, wobei Millionen von Cubikmetern Fels und Erdreich von dem Platze, an welchem sie seit undenklicher Zeit gelegen haben, geschafft wurden; denken wir ferner an die Thätigkeit in den Steinbrüchen und Tagbauen, durch welche ganze Gegenden ein total verändertes Ansehen erhielten.

Als der Mensch aber sich die Erde nutzbar machte, nicht nur in der Weise, daß er ihre Früchte erntete, sondern indem er die Erde selbst, die Gesteine, Erze und Mineralien, die Kohle wie das Salz für seine Zwecke benützte, mußte er naturgemäß sich auch mit ihrem Bau, den Lagerungsverhältnissen der Gesteine, ihrem Vorkommen und ihrer Verbreitung näher befassen. Er begnügte sich aber nicht hiermit, er suchte auch die Größe der Erde und ihr Gewicht, ihre Beschaffenheit in der Tiefe und ihre Form genau kennen zu lernen.

Die Beantwortung aller dieser Fragen zusammen bildet den Inhalt der **Geologie**, der Lehre von der Erde im Allgemeinen.

Die Geologie, diese wichtigste Hilfsdisciplin des Bergmannes, ist eine verhältnißmäßig junge Wissenschaft. Wohl treffen wir auch schon in den Schriften der Alten auf einzelne geologische Beobachtungen, die uns durch ihren Scharfsinn in Erstaunen setzen; von einer planmäßigen Durchführung derselben und von einer einheitlichen Zusammenfassung der erhaltenen Resultate konnte jedoch keine Rede sein.

Auch die in den verschiedenen Mythologien vorkommenden Darstellungen über die Entstehung der Erde dürfen wir noch nicht als Anfänge einer geologischen Wissenschaft ansehen; es sind dies nichts weiter als Betrachtungen theils philosophischen, theils rein theologischen Inhaltes, welchen genau die gleiche Bedeutung zuzuschreiben ist, wie etwa der Schöpfungsgeschichte, wie wir dieselbe aus der Bibel kennen.

Im Mittelalter, wo jede geistige Regung, insbesondere, wenn sie sich mit der Lehre der herrschenden Religion in Widerspruch setzte, die grausamsten Verfolgungen zu erdulden hatte, machte die Geologie selbstredend ebenfalls keine Fortschritte. Mit welcher Zähigkeit damals an alten Ueberlieferungen festgehalten wurde, wie man sich überhaupt geradezu sträubte, nur die Möglichkeit neuer Anschauungen über das Wesen der Erde zuzugeben, geht schon aus den Schwierigkeiten hervor, mit denen Columbus zu kämpfen hatte, ehe er die Mittel zu seiner Fahrt zugestanden erhielt, und aus der Behandlung, die der eifrigste Verfechter der Lehre des Kopernikus von der Drehung der Erde um die Sonne, **Galilei**, in Rom erfuhr.

In der ersten Hälfte der Neuzeit traten wohl viele Männer auf, deren geologische Ansichten noch heute unsere Bewunderung über ihren Scharfsinn und

prophetischen Blick hervorrufen, trotzdem ist es aber betrübend zu sehen, wie lange die Wahrheit bedurfte, um sich Bahn zu brechen, und wie auf einen fortschrittlichen Vorstoß gewiß immer ein Rückschlag erfolgte.

Besonders deutlich ersehen wir dies aus den Anschauungen, welche von verschiedenen Autoren über die Natur der Versteinerungen ausgesprochen wurden. Ursprünglich wurden diese nur als Naturspiele betrachtet, aber schon im Jahre 1517 soll der berühmte Maler und Bildhauer Leonardo da Vinci und der veronesische Arzt Fracastoro ihre wahre Natur erkannt haben. Unmittelbar darauf lesen wir aber wieder, daß Agricola, der in den Jahren 1490—1555 lebte, in den alten Irrwahn zurückfiel, und trotzdem, daß bald darauf neuerdings die Wahrheit gefunden wurde, fühlte sich doch der sonst um die Geologie hochverdiente Engländer Lister (1638—1712) bestimmt, die organische Natur der Versteinerungen zu leugnen.



Andrias Scheuchzeri. Zu Seite 50.

Endlich konnte man aber doch nicht anders, als die Versteinerungen als das zu betrachten, was sie in Wirklichkeit waren, nämlich Ueberreste ausgestorbener Thier- und Pflanzenformen; der Vertiefung der aus diesen Funden abzuleitenden Anschauungen stellte sich aber neuerdings ein Hinderniß entgegen, über welches viele sonst sehr tüchtige Mineralogen und Geologen nicht hinwegzukommen vermochten. Es war dies die Lehre von der Sintflut, und eine vielfach verbreitete Annahme ging dahin, die Versteinerungen als Reste der damals untergegangenen Flora und Fauna anzusehen. Ja, als Scheuchzer im Jahre 1726 das kaum meterlange Skelet eines Molches fand (Andrias Scheuchzeri), erklärte er dasselbe als Ueberreste eines bei der Sintflut untergegangenen Menschen und veröffentlichte über diesen Gegenstand ein langes Gedicht. Er sagt unter anderem:

»Ein recht seltsames Denkmal jener verfluchten Menschengeschlechter der ersten Welt. Die Abbildung giebt zu erkennen den umcreyß des Stirnbeins, die Augenleisen, das Loch an der untern Augenleise, welches dem großen Nerven vom fünften Paar den Durchpaß giebt, Ueberbleibsel des Gehirns, das Jochbein, etwas übriges von der Nasen, ein ziemlich Stück von denen kauenden Mäuslein, weiter 16 Rückgratwirbel und Anzeigen der Leber.

Betrübtes Beingerüst von einem armen Sünder,
Erweiche Stein und Herz der neuen Bosheitskinder.«

Eine bedeutsame Wendung zum Besseren giebt sich erst in der zweiten Hälfte des XVII. und der ersten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts kund. Wir finden hier verschiedene Schriften mit klaren Beobachtungen über die Reihenfolge der Schichten, Anweisungen zur geologischen Kartographie, ferner veröffentlichte Leibniz in seiner »Protogäa« seine Ansichten über die Entstehung der Erde, welche manche Aehnlichkeit mit der Kant-Laplace'schen Theorie zeigen. Auch in anderen Ländern, so insbesondere in Frankreich und der Schweiz, wurde auf geologischem Gebiete manches Ersprießliche geschaffen, von einer geologischen Wissenschaft konnte jedoch noch nicht gesprochen werden. Wohl wurde in dieser Zeit eine namhafte Anzahl von Bausteinen zusammengetragen, doch es fehlte noch der Baumeister, der sie alle zu einem einheitlichen Gebäude zusammenfügte.

Den eigentlichen Schöpfer der Geologie als Wissenschaft haben wir in dem berühmten Lehrer der Bergakademie zu Freiberg, Gottlieb Abraham Werner, 1750 – 1817, dessen Lehre sich rasch über die ganze Erde verbreitete, zu sehen. Seiner Lehre nach war Werner ein eifriger Verfechter der neptunistischen Theorie, nach welcher der Ursprung aller Gesteine im Wasser zu suchen ist. Demnach theilte er alle Formationen nur in neptunische und vulcanische, den letzteren schrieb er jedoch nur eine sehr untergeordnete Rolle zu und führte ihre Entstehung auf die jüngste Zeit zurück, wobei er annahm, daß brennende Kohlenflötze, sich zersetzende Schwefelverbindungen u. s. w. den Anlaß zu ihrer Entstehung gaben. Dagegen sah er alle wesentlichen Theile der Erdrinde als aus dem Wasser hervorgegangen an. Hauptsächlich unterschied er hierbei drei Gruppen, und zwar die Urgebirge, Uebergangsgebirge und Flötzgebirge. Das erste bestand aus Granit, Gneis, Glimmerschiefer, ferner »Urkalk« und Serpentin, auch die Thonschiefer, dann Porphyre, Grünsteine, jüngere Serpentine u. s. w. gehören hierher. Während sich aber die krystallinischen Gesteine in vollkommener Ruhe niederschlagen konnten, war dies bei den Bestandtheilen der Uebergangsgebirge, welche man jetzt als Cambrium, Silur und Devon unterscheidet, nicht mehr der Fall. Hier trat gleichzeitig eine mechanische, zerstörend wirkende Thätigkeit des Wassers mit in Action, wodurch die Grauwackengesteine, neben Thonschiefer, Kalkstein 2c., ferner die Grünsteine und Trappgesteine sich bildeten. In dieser Epoche traten ferner auch die ersten Lebewesen auf. In die Kategorie der Flötzgebirge gehörten endlich die Steinkohlenformation, ferner Buntsandstein, Muschelkalk und Kreide, endlich die Braunkohlenlager; in jüngster Zeit erfolgte erst die letzte Sedimentbildung, die Entstehung des »aufgeschwemmten Landes«.

Wir sehen also, daß Werner bemüht war, die Bildung aller Gesteine, selbst altvulcanischer, nach der neptunistischen Anschauung zu deuten, und es ist daher auch nicht zu wundern, daß sich bald eine heftige Opposition gegen seine Lehre geltend machte.

Wie gewöhnlich bei solchen Anlässen, wurde aber auch hier über das Ziel geschossen, und wie Werner alles auf die Thätigkeit beziehungsweise den Einfluß

des Wassers zurückzuführen bestrebt war, so verfochten seine Gegner die entgegengesetzte Anschauung: sie sahen in der Wirkung des unterirdischen Feuers die Ursache der Gesteinsbildung, und ihre Lehren werden daher auch als jene der plutonistischen Schule bezeichnet.

Neben dem reinen Plutonismus wurde jedoch auch, und zwar mit vollem Rechte, der Thätigkeit der Vulcane ein großer Einfluß zugeschrieben, ebenso wie der Reaction des noch flüssigen Erdinnern gegen die schon erstarrte Erdkruste.

Die plutonistischen und vulcanistischen Anschauungen eroberten sich immer mehr Anhänger, und dies vornehmlich aus dem Grunde, da Werner's neptunistische Theorie zum großen Theile dem geringen Beobachtungsmateriale entsprungen war, so daß seine Anhänger angesichts der noch an vielen Stellen der Erde deutlich sichtbaren Wirkung des Vulcanismus nur zu leicht zum Plutonismus bekehrt wurden.

Das größte Aufsehen erregte es jedoch, als sich Werner's bedeutendster Schüler, Leopold v. Buch, nachdem er die erloschenen Vulcane im centralen Frankreich einem eingehenden Studium unterzogen hatte, ganz von seinem Meister lossagte und zum Führer der plutonistischen Anschauungen wurde, denen er bald allgemein zum Siege verhalf. Dazu trug aber nicht nur das glänzende Darstellungsvermögen Buch's sehr viel bei, sondern in erster Linie auch seine auf weiten Reisen gesammelte Erfahrung, seine scharfe Beobachtungsgabe und, nicht zu vergessen, sein scharfes, oft bis zur Unduldsamkeit gesteigertes Auftreten gegen andere Anschauungen.

Neben Buch war aber noch eine ganze Reihe anderer namhafter Forscher in das Lager der Plutonisten übergetreten, so A. v. Humboldt, Laplace, viele Mineralogen, Zoologen und Paläontologen, und sie alle wirkten zusammen bei der Aufstellung eines plutonistischen Systemes. Dasselbe gipfelt darin, daß dem flüssigen Erdinnern sowie der vulcanischen Thätigkeit und überhaupt der Wirkung der Erdwärme der größte Einfluß auf die Bildung und die Gestaltung der Erdoberfläche eingeräumt werden müsse.

Die plutonistische Anschauung war in ihren Folgerungen aber eben so extremer Natur, wie es die neptunistische Schule gewesen war. Es fanden sich deshalb auch bald Männer, welche sich nicht mehr auf den rein plutonistischen beziehungsweise neptunistischen Standpunkt stellten, sondern zwischen beiden Lehren zu vermitteln suchten, indem sie das Wahre, was in beiden enthalten ist, zu sichten und zu fördern sich bestrebten.

So wurden nach und nach die schroffen Gegensätze nivellirt und besonders überschwängliche Anschauungen fallen gelassen, dagegen war man bestrebt, das Beobachtungsmateriale überhaupt zu vergrößern und zu vermehren. Von der größten Bedeutung war es jedoch für die Entwickelung der geologischen Wissenschaft, als man daran ging, die Gesetze der Physik und Chemie auf die Geologie zu übertragen und von dem Kleinen auf das Große zu schließen.

Erst als man nach dem Worte Bischof's gelernt hatte, die Erde als ein großes Laboratorium zu betrachten, als ferner auch die geologischen Untersuchungsmethoden wesentlich verbessert und verfeinert wurden, entwickelte sich die Geologie zur Wissenschaft im vollsten Sinne des Wortes. Ganz besondere Fortschritte wurden aber gemacht, als man auch das Mikroskop in die Dienste des Geologen stellte; die mikroskopische Betrachtung von Dünnschliffen der Gesteine brachte manche Aufklärung über deren Beschaffenheit, Structur und Gefüge, und somit auch über ihre Entstehung.

In dem Maße aber, als die Geologie immer höhere Stufen erreichte und höhere Ziele anstreben konnte, hat auch ihre Schwesterwissenschaft, die Paläontologie, sich weiter entwickelt. Wir haben oben erwähnt, daß es noch nicht so lange her ist, daß man die organische Natur der Versteinerungen rundweg zu leugnen suchte, aber auch als dies nicht mehr der Fall war, dauerte es doch noch eine verhältnißmäßig lange Zeit, bis die Paläontologie so weit gekommen war, als selbstständige Wissenschaft zu gelten und anderseits als unerläßliche Hilfswissenschaft der Geologie selbst zu dienen.

Wie auf vielen anderen Gebieten hatte auch in der paläontologischen Forschung Darwin's Lehre in höchstem Maße befruchtend gewirkt, sie hat erst die richtige Erkenntniß der Entwickelung der Arten vermittelt und hat vor Allem den Beweis erbracht, daß eine Form aus der anderen hervorgegangen ist, daß wir jede specielle Thierform nicht als Ding für sich, sondern nur als ein Glied in der langen Kette der Entwickelung zu betrachten haben. Sie ist, in einem Sinne wenigstens, zu einer retrospectiven Wissenschaft geworden, indem sie von den heute lebenden Formen ausgeht und Vergleiche zieht zwischen diesen und ausgestorbenen Arten.

Nach dem Gesagten können wir nun in wenigen Worten den Standpunkt der modernen Geologie dahin präcisiren, daß die heutige Gestaltung der Erde nicht plötzlich erfolgte, daß sie vielmehr einem langsamen Werdeprocesse ihre Form verdankt. Dabei haben aber nur in sehr bescheidenem Maße gewaltige Katastrophen mitgespielt, und im Allgemeinen mögen diese auch keinen größeren Umfang angenommen haben als jene, welche sich in geschichtlicher Zeit ereigneten. Weder der Neptunismus noch der Plutonismus allein waren die treibenden Factoren, vielmehr wirkten beide in gleicher Weise nebeneinander, so wie wir sie auch heute noch bei ihrer Thätigkeit belauschen können. Aber auch das organische Leben war vom Augenblicke seines ersten Auftretens an in fortschreitender Entwickelung begriffen; darin wurde es, aber auch nur schrittweise, durch die Umwandlungen der Erdoberfläche beeinflußt.

Nicht plötzlich vollzog sich das Werden der Erde, nicht durch gewaltige Elementarereignisse erhielt ihre Oberfläche den heutigen Stempel aufgedrückt, auch nicht die Thierwelt oder der Mensch wurden in ihrer Vollkommenheit oder Unvollkommenheit plötzlich erschaffen, langsam und stetig vollzog sich die Entwickelung. Die Natur macht keinen Sprung. . . .

Wenn wir die Oberfläche unserer Erde an verschiedenen Stellen einer eingehenden Betrachtung unterziehen und vornehmlich solche Punkte aufsuchen, an welchen uns ein Blick gestattet ist in den Aufbau der Erdrinde, sei es in Schächten, in Bahneinschnitten oder in Schluchten, welche Wasserläufe in Jahrtausenden ausgewaschen haben, so werden wir vielfach die Wahrnehmung machen können, daß die Gesteine nicht als eine ungeheuere Masse aufeinander lagern, sondern wir sehen, daß sie schichtenweise angeordnet sind, und daß sich die einzelnen Schichten in mannigfacher Weise, sei es durch das Gefüge selbst, sei es durch Farbe oder



Felswände in der Nähe des Prebischthores. Zu Seite 54.

durch das Aussehen überhaupt wesentlich von einander unterscheiden. Die einfachste und natürlichste Erklärung für das Auftreten dieser Schichtung finden wir darin, daß wir ihre Entstehung durch Ablagerung aus dem Wasser annehmen. Dadurch erklärt sich auch in ungezwungener Weise der Umstand, daß wir an vielen Stellen diese Schichten vollkommen horizontal übereinander gelagert antreffen; an anderen Orten sehen wir sie freilich auch manchesmal schräge stehen, oder sie erscheinen ganz durcheinander geworfen, doch lassen sich diese Erscheinungen, wie sich auch leicht bei näherer Betrachtung ergiebt, durch später einwirkende Kräfte, durch Pressungen von unten oder von der Seite erklären.

Wenn wir solche übereinander liegende Schichten betrachten und uns ihre Entstehung vergegenwärtigen, so kommen wir naturgemäß zu dem Schlusse, daß

conform ihrer Bildung die zu unterst lagernden die ältesten, die obersten aber die jüngsten sein werden, so daß wir aus der Reihenfolge der Ablagerung einen Schluß auf das Alter ziehen können.

Solche Gesteine, deren Entstehung auf die Ablagerung aus dem Wasser zurückzuführen ist, werden als Absatz- oder Sedimentgesteine bezeichnet. Zu den Sedimentgesteinen gehören demnach die Kalke und Mergel, die Sandsteine, Thone und Thonschiefer und noch manche andere.

Wenn wir solche Sedimentgesteine einer eingehenden Musterung unterziehen, so werden wir in vielen Fällen bemerken, daß sie Versteinerungen enthalten; es sind dies Reste von Thieren und Pflanzen, welche zu jener Zeit lebten, als das betreffende Sedimentgestein zur Ablagerung gelangte, und von der sich langsam erhöhenden Schicht umschlossen wurden. Daraus geht aber hervor, daß diese Versteinerungen das gleiche Alter besitzen müssen als das Gestein, in welchen sie eingebettet sind, und daß ferner ebenfalls die in den tiefer liegenden Schichten eingeschlossenen Ueberreste einer älteren Periode angehören als jene, welche wir in höher gelegenen finden.

Für den Geologen sind diese Versteinerungen von größter Bedeutung geworden, denn sie geben ihm die Mittel an die Hand, mit ihrer Hilfe das Alter der Schichten zu bestimmen, beziehungsweise die Aufeinanderfolge derselben festzustellen. Denn nicht an allen Orten finden wir die Schichten noch thatsächlich in derselben Anordnung vor, wie sie zur Ablagerung gelangten, vielmehr wurden sie durch später wirkende Kräfte verworfen, d. h. vermengt und verschoben. Mit Hilfe der Versteinerungen sind wir aber in der Lage, das relative Alter jeder Schichte festzustellen und somit eine ideale Reihenfolge aller Ablagerungen sowie der in ihnen enthaltenen Organismen aufzubauen. Hierzu war es aber nöthig, an allen Punkten der Erde diesbezügliche Beobachtungen anzustellen und diese ermöglichten es erst, in der angedeuteten Weise vorzugehen, indem sie nicht nur ergaben, daß sich immer dieselben Ueberreste in Schichten gleicher Beschaffenheit vorfinden, sondern daß auch die Reihenfolge, in welcher sie nacheinander aufzutreten pflegen, in sehr vielen Gegenden genau die gleiche ist.

Bei diesen Forschungen hat man jedoch auch Gesteine gefunden, in welchen es, bis heute wenigstens, nicht möglich war, die Ueberreste solcher Lebewesen, weder thierischen noch pflanzlichen Ursprunges, aufzufinden. Ferner ergab sich, daß diese Schichte jenen, welche Versteinerungen, sogenannte Fossilien führen, stets untergelagert sind, so daß ihnen also ein höheres Alter zukommt als den ihnen aufgelagerten Schichten, in welchen sich Fossilien finden. Diese von Versteinerungen freien, zu unterst gelagerten Schichten pflegt man als Urformation zu bezeichnen, da man annimmt, daß dies jene Schichten sind, welche zuerst zur Erstarrung gelangten, als die Erde begann aus dem flüssigen Zustand in den festen überzugehen. Hierher zählen Gneis, Glimmerschiefer, Urkalk, Dolomit, Quarzfels u. s. f., sie bildeten sich zu einer Zeit, als aller Wahrscheinlichkeit nach noch kein organisches

Leben auf der Erde möglich war. Diese Urgesteine bilden eine eigene Gruppe für sich, welche uns die älteste Periode der Gesteinsbildung repräsentirt.

Als »Perioden« pflegt man überhaupt die großen Abtheilungen in der chronologischen Aufeinanderfolge der Gesteine zu bezeichnen, während diese wieder in Unterabtheilungen, die sogenannten Formationen, diese wieder in Stufen, Stockwerke, Gruppen u. s. w. zerfallen.

Auf dem internationalen Geologencongreß wurden für diese einzelnen Abtheilungen folgende, immer größere Schichtencomplexe umfassenden Bezeichnungen festgestellt:

Schicht (franz. couche oder strate, engl. stratum, ital. strato).
Schichten, Zone, Lager (franz. couches, assise, engl. beds).
Unterstufe (franz. sous-etage).
Stufe, Etage (franz. etage, engl. stage, ital. piano).
Serie, Stockwerk, Abtheilung, Section.
System, Formation (terrain).
Gruppe.

Die älteste Gruppe bilden die schon erwähnten Urgesteine, in welchen bisher Versteinerungen noch nicht nachgewiesen werden konnten. Dieselbe wird auch als archäische Gruppe, vom Griechischen archaios, d. i. alt oder anfänglich, bezeichnet.

Die nächstfolgende jüngere Gruppe, welche in fünf Formationen zerfällt, führt den Namen paläozoische Gruppe, welcher ebenfalls aus dem Griechischen abgeleitet ist, und zwar bedeutet palaios alt und zoon Lebewesen. Wir sehen also hier die Bezeichnung in den innigsten Zusammenhang gebracht mit der Thatsache, daß in dieser Gruppe zuerst deutliche Ueberreste organisirter Gebilde zu finden waren.

An die paläozoische reiht sich als weitere jüngere Gruppe die mesozoische Gruppe, welche drei Formationen umfaßt, das Wort ist gebildet aus dem griechischen mesos, mittel, und zoon.

Die jüngste Gruppe, in welche auch die Jetztzeit gehört, bezeichnet man endlich als känozoische Gruppe, vom Griechischen kainos, neu, und zoon, Lebewesen.

Eine Uebersicht über diese Gruppen und ihre Unterabtheilungen giebt folgende Zusammenstellung:

IV. Känozoische Gruppe.

11. Alluvium (Jetztzeit),
10. Diluvium (Quartärformation),
9. Tertiärformation.

III. Mesozoische Gruppe.

8. Kreideformation,
7. Juraformation,
6. Triasformation.

II. Paläozoische Gruppe.

5. Dyasformation,
4. Kohlenformation,
3. Devonische Formation,
2. Silurische Formation,
1. Cambrische Formation.

I. Archäische Gruppe.

Für den Bergmann ist die Kenntniß der Hauptmerkmale dieser Gruppen von der größten Bedeutung, und wir werden in den folgenden Abschnitten noch oft in die Lage kommen derselben Erwähnung zu thun. Wir halten es deshalb für angezeigt, schon an dieser Stelle eine kurze Charakterisirung der einzelnen Gruppen sowie der Formationen zu geben, um späterhin Wiederholungen zu vermeiden.

Die Charakteristik der archäischen Gruppe haben wir schon besprochen, dem Gesagten wollen wir noch hinzufügen, daß diese Formation neben Einlagerungen von krystallinischem Kalk und Graphit häufig von Eruptivgesteinen, wie Granit und Syenit, durchbrochen ist. Man unterscheidet zwei Formationen in der archäischen Gruppe, die laurentinische und die huronische, welch letztere die jüngere ist. An technisch wichtigen Mineralien führen diese beiden Formationen mit Ausnahme von Schwefel, Petroleum, Kohle und Gyps fast alle Stoffe, welche die unorganische Natur dem Menschen zur Benützung bietet, Metalle, Erze, Kalksteine, Graphit und Edelsteine. »Die alten Bergleute«, bemerkt Hochstetter, »hatten die Idee von einem Metallbaume, der im Centrum der Erde wurzle und seine Aeste und Zweige gegen die Oberfläche hin aussende. Wir dringen nur bis zu den äußersten kleinsten Zweigen, die Aeste aber und den Stamm hat noch kein menschliches Auge geschaut.« Ist diese Vorstellung auch nur eine bildliche, so entspricht sie doch im Ganzen der Wirklichkeit. Wohl dringen einige Erzgänge noch in das höhere sedimentäre Gebirge, namentlich in die Formationen der paläozoischen Gruppe, allein das krystallinische Gebirge, in den Bergwerksländern geradezu das »Erzgebirge« genannt oder auch das »Ganggebirge«, ist es, welches die reichsten und mannigfaltigsten Erzlager und namentlich auch die edlen Metalle umschließt: Gold, Silber und Platin. Sämmtliche eigentlichen Edelsteine: Diamant, Rubin und Saphir, Spinell, Chrysoberyll, Smaragd, Aquamarin, Zirkon und Topas, auch die Halbedelsteine: Granat, Turmalin und Beryll und die vielen buntgefärbten Quarzvarietäten gehören dem krystallinischen oder Urgebirge an.

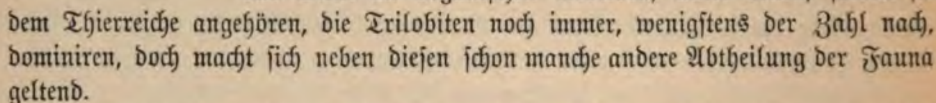
Die **paläozoische Gruppe** umfaßt fünf Formationen, unter welchen die **cambrische** die älteste ist, sie wurde nach dem cambrischen Gebirge in Wales benannt. Die cambrische Formation bildet eigentlich den Uebergang von der archäischen Gruppe zur paläozoischen, die jüngsten, noch krystallinischen Ablagerungen der ersteren verlieren allmählich ihren Charakter und es bilden sich Uebergänge zu den nichtkrystallinischen Schichtgesteinen. In diesen Schichten treffen wir auf die ersten Versteinerungen, welche jedoch nur sehr selten auftreten und ferner blos wenige Arten umfassen. Die höheren Abtheilungen der cambrischen Formation sind jedoch schon bedeutend reicher an Fossilien, und wenn diese auch nur sehr wenige Arten umfassen, so zeichnen sie sich doch durch einen sehr großen Reichthum an Individuen aus. Diese gehören der größeren Menge nach zur Familie der **Trilobiten**, eine heute vollständig ausgestorbene Form; ein Repräsentant derselben ist Paradoxides bohemicus.



Paradoxides bohemicus. Aus den ältesten Silurschichten von Ginetz in Böhmen. Zu Seite 58.

Auch die cambrische Formation führt verschiedene technisch wichtige Stoffe, so Kupfer und Silber, und meist eng verknüpft mit Melaphyrmandelstein, wie am Lake Superior und an anderen Orten.

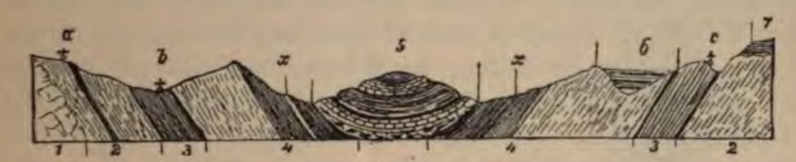
Die **silurische Formation** wurde zuerst in England von **Murchison** unterschieden, sie erhielt ihren Namen nach den Siluren, einer keltischen Völkerschaft im heutigen Wales, welche den Römern bei der Unterjochung Britanniens energischen Widerstand leistete; gerade in den ehemaligen Wohnsitzen dieses Stammes ist die silurische Formation sehr schön entwickelt. Außerdem tritt sie aber auch in Böhmen, Scandinavien, Rußland und Nordamerika auf. Besonders reich ist das Silur an organischen Gebilden, unter denen, soweit sie



dem Thierreiche angehören, die Trilobiten noch immer, wenigstens der Zahl nach, dominiren, doch macht sich neben diesen schon manche andere Abtheilung der Fauna geltend.

Die Silurformation ist im Allgemeinen reich an Erzlagerstätten, so daß deren Bildung namentlich im heutigen Nordamerika eine Eigenthümlichkeit des silurischen Zeitalters gewesen zu sein scheint, welche sich gewissermaßen noch aus der huronischen Periode erhalten hat. Namentlich sind es verschiedene Eisenerze, sowie Kupfer-, Blei- und Zinkerze, welche in Gestalt von Flötzen, Imprägnationen und unregelmäßigen Einlagerungen als integrirende, also gleichalterige Glieder der Silurformation bekannt sind. Hierher gehören die Lager von oolithischem Eisenerz im Silur von Böhmen und New-York, die Stöcke von Spatheisenstein im Tiroler Silur, die zahlreichen und ausgedehnten Flötze von Brauneisenstein im untersilurischen Dolomite des großen appalachischen Thales von Nordamerika, die Galmei- und Zinkerzlagerstätten von Friedensville in Pennsylvanien, die Bleiglanzflötze von Austin in Virginien u. s. w.

Nicht ohne Interesse, ja selbst von technischem Werthe ist das, wenn auch seltene Vorkommen von Anthracitflötzen zwischen silurischen Schiefern Schottlands, Irlands und Portugals. Das Materiale dieser Kohlengesteine kann nur von Seetangen abstammen, da zu jener Zeit höher organisirte Pflanzen noch nicht existirten. Auch das Vorkommen größerer Steinsalzablagerungen im Schoße der Silurformation kann nicht bezweifelt werden, da aus letzterer zahlreiche Salzquellen,



Durchschnitt des silurischen Systems in Böhmen.
1. Granit. 2. Azoische, 3. Mittlere, 4. Obere Abtheilung des untersilurischen Systems. 5. Obersilurisches System. 6. Kohlensystem. 7. Kreide. a Przibram. b Ginetz. c Skrey. x Obersilurische Colonien. Zu Seite 58.

so beispielsweise bei Salina und Syracusa im Staate New-York, ferner bei Saginew im Staate Michigan, entspringen.

Das silurische Zeitalter charakterisirt Credner mit folgenden Worten: »Es ist ein fremdartiger Anblick, welchen unser Planet in der Silurperiode dem Auge des



Karte des silurischen Beckens von Böhmen.
a Ginetz. b Przibram. c Skrey. d Pilsen. e Beraun. f Prag. Zu Seite 58.

Geologen bietet. Fast das ganze Erdenrund ist von Wasser bedeckt, über dessen Spiegel sich nur einzelne felsige Inseln erheben. Sie entbehren noch des Schmuckes einer Pflanzendecke und des Lebens thierischer Bewohner; todt und starr stehen sie da! Das Meer birgt abenteuerliche Formen: Trilobitenschwärme tummeln sich an seiner Oberfläche; zahllose Graptolithen füllen seine seichten Stellen an; formenreiche beschalte, zum Theil riesige Kephalopoden (Kopffüßler) beleben die hohe See; Korallen von fremdartigem Typus bauen hohe Bänke auf; heute längst aus-

gestorbene Brachiopodengattungen und armlose vieltafelige Crinoideen wuchern auf dem Meeresgrunde; erst nahe dem Schlusse der Silurzeit erscheinen seltsam gestaltete Fische, die ersten Wirbelthiere, auf der Weltbühne.«

Die silurische Formation enthält die reichsten Goldlagerstätten der Erde in der Form von goldführenden Quarzgängen, durch deren Zertrümmerung das goldführende Seifengebirge entstanden ist. Die alten Goldbergbaue von Wales, die Goldwäschereien des Ural zum Theile und das australische Gold gehören dem silurischen Terrain an. Außerdem sind die silurischen Ablagerungen überaus reich an Eisenerz, so gehört der Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, der wohl den größten bergmännischen Schatz darstellt, den die österreichischen Alpenländer überhaupt besitzen, sowie die Linseneisenerze Böhmens hierher, sowie auch die Bleiglanzlagerstätten von Przibram in Böhmen. Von nicht metallischen nutzbaren Gesteinen heben wir den Gyps, ferner Magnesite und Talkschiefer hervor.


Sao hirsuta.
Aus dem untersilurischen Systeme Böhmens. Zu Seite 59.

Die devonische Formation, so benannt nach der Grafschaft Devonshire, bildet eine an einzelnen Stellen über 3000 Meter Mächtigkeit erreichende Schichtenreihe von vorherrschend sandigen, thonigen sowie kalkigen Gesteinen, welche auf der silurischen Formation aufruht, von der Steinkohlenformation überlagert wird, und Reste der ersten Gefäßkryptogamen und Coniferen, ferner solche von Korallen, Crinoideen und Mollusken, sowie von Trilobiten und von bereits zahlreichen Fischen umschließt. Da hier die ersten Coniferen, Farne und Calamiten, die Fische aber zuerst in größerer Mannigfaltigkeit erscheinen, so bezeichnet man die devonische Formation mitunter auch als die der ersten Gefäßpflanzen und der Fische. Die Verbreitung der devonischen Formation ist sowohl in Europa als auch in Nordamerika in weiter Ausdehnung nachgewiesen und wird nach dem verschiedenen Habitus ihrer Faunen in drei Abtheilungen unterschieden, welche man als unteres, mittleres und oberes Devon bezeichnet.

Sandsteine, Conglomerate, Grauwacken, Thonschiefer und Kalksteine bilden das wichtigste Materiale der devonischen Schichtensysteme, dagegen treten Steinkohle und Anthracit höchst selten, und dann nur in untergeordneter Weise dazwischen auf. Jedoch gehören die mächtigen unterirdischen Petroleumreservoirs im nördlichen Pennsylvanien dem oberen Devon an, wo sich Erdöl im Vereine mit Salzwasser und Kohlenwasserstoffgasen in Spalten und Hohlräumen des oberdevonischen Sandsteines angesammelt hat. Flötzartige Einlagerungen von oolithischem dichten oder kalkigen Rotheisenerz und linsen- und flötzförmige Lagerstätten von Schwefelmetallen sind als Glieder der devonischen Schichtenreihe bekannt. Die großartigste und berühmteste desselben ist jene des Rammelsberges bei Goslar. Sie bildet eine

600 Meter lange und bis 60 Meter mächtige, im Allgemeinen linsenförmige Einlagerung oder richtiger enge gruppirte Verbindung kleiner unregelmäßiger Linsen zwischen devonischen Thonschiefern und besteht aus einem sehr festen, compacten Gemenge von Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende. Ferner treten auch in dem devonischen Kalksteine Westfalens abbauwürdige Nester von Zink- und Bleierzen auf.

Während in der Silurzeit das Leben allem Anscheine nach nur auf das Meer beschränkt war, und auch die Continente im Verhältnisse zu der mit Wasser bedeckten Fläche nur sehr klein gewesen sind, wachsen sie in der devonischen Periode durch langsame Hebung des Landes, sowie in Folge steter Anschwemmung von Seiten des Meeres, und nehmen ferner auch immer complicirtere Contouren an. Gleichzeitig beginnen sie sich aber auch mit verschiedenen Pflanzen, wie Coniferen, Farnen, Sigillarien und Lepidodendren, den ersten landbewohnenden Organismen, zu schmücken. Zwar waren dies nur wenige und spärliche Formen, in der darauffolgenden Kohlenformation sehen wir dieselben jedoch zu einer nie wieder erreichten Fülle und Riesenhaftigkeit der Individuen sich entwickeln. Thiere scheint allerdings das Festland noch nicht hervorgebracht zu haben, dagegen erfolgte eine fast vollkommene, nach und nach sich vollziehende Umgestaltung der Meeresfauna; hervorragende Bedeutung haben insbesondere die Panzerfische, welche sich durch ihren seltsamen Bau auszeichnen.


Sphenopteris laxa. Zu Seite 60.

Die nächste Formation bildet die Steinkohlenperiode, in welcher die mächtigen Lager von Steinkohle sich bildeten. In diesen haben wir nichts anderes zu sehen, als die durch einen eigenthümlichen Proceß »carbonisirten« Ueberreste einer kolossalen Flora. In der Steinkohlenformation treffen wir schon auf eine ziemlich reichhaltige Fauna, unter welchen insbesondere die ersten luftathmenden Thiere hervorzuheben sind. Die Continente hatten in diesem geologischen Zeitalter schon eine mannigfaltige Gliederung erfahren und sich in Höhenzüge, flache sumpfige Niederungen und seichte Binnengewässer geschieden. Die Atmosphäre jener Zeit war ungemein reich an Kohlensäure, das Klima gleichmäßig warm.


Cephalaspis Lyellii. Devonisches System. Zu Seite 60.

Da wir bei Besprechung der Gewinnung der fossilen Brennstoffe noch ausführlich alle diese Verhältnisse, welche eben die Bildung der mächtigen Kohlenlager ermöglichten, zu würdigen haben werden, beschränken wir uns an dieser Stelle

auf diese wenigen Worte über die Steinkohlenformation und gehen zur nächsten Formation, zur **Dyas** oder der **permischen Formation** über.



Stück einer Sigillaria.

Aus einer Kohlenmine in England. Zu Seite 61.

Auf der Steinkohlenformation lagernd und zuweilen in gleicher Schichtung mit derselben findet sich ein System von Schichten, welches früher, des Vorhandenseins kleiner Kohlenflötze wegen, ebenfalls zur Kohlenformation gezählt wurde, doch wurde man durch verschiedene Gründe später bestimmt, diese Schichten als besondere Formation zu behandeln. In der Regel lassen sich zwei Hauptabtheilungen unterscheiden, und zwar eine untere, welche hauptsächlich aus rothem Sandsteine und Conglomeraten zusammengesetzt ist, und in welcher sich fast nur Ueberreste von Landpflanzen finden, diese wird als »**Rothliegendes**« bezeichnet, und eine obere Abtheilung, die vorherrschend aus kalkigem und dolomitischem Gesteine besteht, nur Meeresthiere umschließt und als »**Zechstein**« angesprochen zu werden pflegt. Dieser Zweitheilung wegen gab man dieser Formation den Namen Dyas, Permformation heißt sie ferner auch nach dem Gouvernement Perm in Rußland, in welchem sie in großer Verbreitung auftritt.

An technisch wichtigen Mineralien führt die Dyas Steinsalz und Kalisalze, Kupferschiefer und Kobalterzgänge in Thüringen und im Spessart, ferner im Zechstein Eisenerz.



Cyclophthalmus Bucklandi.
Von **Chomle** in Böhmen. Daneben die Flügeldecken eines Käfers.
Zu Seite 61.

Die Flora und Fauna der Dyas ist bedeutend ärmer als jene der Steinkohlenformation, dagegen finden wir hier die ersten Repräsentanten der Reptilien, und zwar der Echsen (Sauria).

Die **mesozoische Gruppe** gliedert sich in drei Formationen, von welchen die **Trias** die älteste ist. Nach ihrer mineralogischen Ausbildung zerfällt die letztere in drei verschiedene Abtheilungen, welche man in der Regel als drei besondere Formationen, und zwar als die des **bunten Sandsteines**, des **Muschelkalkes** und des **Keupers** bezeichnet. Dieser Dreitheilung verdankt die Trias auch

ihren Namen. Wir finden diese Formation vornehmlich im mittleren Europa und in England. Der bunte Sandstein besteht hauptsächlich aus Sandstein, der Muschelkalk aus Kalk und der Keuper aus bunten Thonen oder Letten und Sandstein, doch kommen auch Gyps, Dolomit und Steinsalz in allen drei Formationen vor.

In den Alpenländern ist die Trias sehr verbreitet, hier finden die Gesteine derselben vielfache Verwendung, so zur Darstellung (Brennen) des Kalkes, ferner wird auch der Marmor sowie der Gyps häufig gebraucht. Von größter Bedeutung sind aber die Salzlagerstätten der Trias, neben diesen dürfen wir auch der Steinkohle nicht vergessen, welche die Trias im Erzherzogthume Oesterreich führt. Weitaus wichtiger sind jedoch die Erzlagerstätten der Triasformation; hierher gehören die berühmten Lagerstätten von Zinnober und Quecksilber zu Idria, ferner verschiedene Lagerstätten von Blei- und Zinkerzen, und insbesondere Lager von Eisenerzen (Spath- und Brauneisenstein).



Voltzia heterophylla. Aus den Vogesen. Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige. Zu Seite 62.

Mit Bezug auf die Fauna ist die Trias vornehmlich durch die mächtige Entwickelung der Reptilien interessant, hier begegnen uns die höchst merkwürdigen Enalosaurier; es waren dies gewaltige Meeresbewohner, bei denen die Extremitäten zu breiten, flossenartigen Ruderorganen umgestaltet sind. Diesen schließen sich die Flugeidechsen oder Pterodaktylen an, möglicherweise traten in dieser Formation auch die ersten Schildkröten auf.

Die **Juraformation**, manchmal auch blos **Jura** genannt, führt ihren Namen nach dem Juragebirge; sie stellt in jenem Verbreitungsgebiet, von welchem die Kenntniß derselben ausging, nämlich im südwestlichen Deutschland, in der Schweiz, in Frankreich und in England, das schönste Bild ruhiger Meeresniederschläge dar, sie bietet uns ferner einen erstaunlichen Reichthum an Fossilien. Von Gesteinen betheiligen sich an der Zusammensetzung der Juraschichten hervorragend Kalksteine, sehr häufig in Gemeinschaft mit Dolomiten, und wie diese ausgezeichnet durch groteske Formen als Resultat der Erosion und durch zahlreiche Höhlenbildungen. Ferner treten Thone, Schieferthone und Mergel, letztere oft mit schieferiger Structur und mit organischer Substanz untermengt, sogenannte »Brandschiefer« und Sandsteine auf, während gröbere Trümmergesteine fast vollkommen fehlen. An

einzelnen Orten finden sich auch Eisenerze und untergeordnet auch Steinkohlen eingelagert.

Die Lagerung der Schichten ist stets eine sehr regelmäßige, nur selten ist dieselbe durch Faltung oder Ueberkippung gestört; dieselbe läßt eine Dreitheilung wahrnehmen, welche als Lias, Dogger und Malm, oder aber nach deren Farbe auch als schwarzer, brauner und weißer Jura bezeichnet werden.

Die pflanzlichen Organismen sind unter den von den Juraschichten eingeschlossenen Versteinerungen selten, umso zahlreicher sind dafür die Thiere, unter welchen wieder die gigantischen Formen der Saurier unsere Bewunderung hervorrufen.

Die Ichthyosauren erreichten eine Länge bis zu 14 Meter; sie besaßen einen dicken Hinterkopf mit langer, spitzer Schnauze, in welcher 120 bis 160 spitze kegelförmige Zähne stehen, die beim Schließen des Mundes ineinander greifen. Die Augenhöhlen sind ungeheuer groß, kreisförmig, und in ihnen findet sich meist ein becherförmiger Knochenring, der aus mehreren einzelnen Stücken zusammengesetzt ist und eine mittlere runde Oeffnung freiläßt, offenbar lag derselbe in der weißen Augenhaut, in der Sclerotica eingebettet. In der Anordnung der Kopfknochen läßt sich die große Aehnlichkeit mit den Eidechsen, hauptsächlich mit den Leguanen nicht verkennen. Der Hals ist sehr kurz, gerade gestreckt, und aus fünf bis zehn Wirbeln zusammengesetzt. Die Zahl der rippentragenden Rückenwirbel betrug gegen vierzig, es wurden solche mit 9 Zoll Durchmesser gefunden. Alle Wirbel trennen sich leicht von den einzelnen Fortsätzen, welche auf ihnen ruhen. Die Rippen umfassen den ganzen Leib und vereinigen sich in einem T-förmigen Brustbeine. Die vorderen Flossenfüße mit dem Schulterapparat sind stärker als die hinteren mit dem Becken. Der Schwanz ist verhältnißmäßig kurz für ein eidechsenartiges Thier, meist nicht ganz so lang als der Rumpf. Die Flossen waren wohl ohne Zweifel mit eckigen Knochen oder Hornplatten bedeckt, der übrige Körper nackt. Der ganze Skeletbau setzt den beständigen Aufenthalt der Ichthyosauren in Wasser außer Zweifel, wo sie durch ihre bedeutende Größe und Gefräßigkeit allen übrigen Thieren Furcht und Schrecken einjagten. Ihre zahlreichen Arten bewohnten vorzüglich die Meere des mittleren Europas im Anfange der



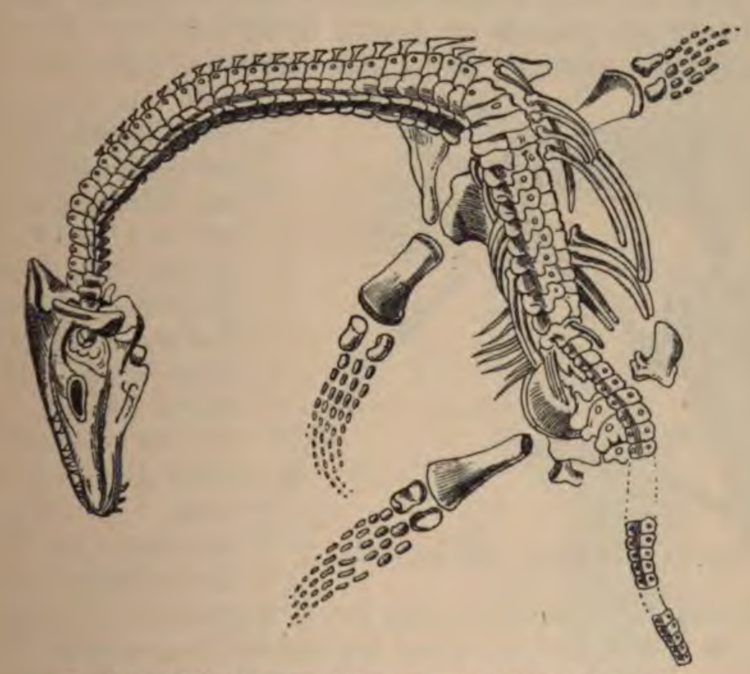
Ichthyosaurus communis. Zu Seite 64.



Ichthyosaurus communis. Kopf. Zu Seite 64.

Juraperiode und verschwanden frühzeitiger als die Plesiosauren, mit denen sich ihre zahlreichen Ueberreste häufig beisammen finden.

Diese Thiere hatten, wie viele der jetzt lebenden Fische, eine Spiralklappe im Darm, wodurch ihre Excremente eine gewundene, schneckenförmige Gestalt erhielten. Man hat diese unter dem Namen Koprolithen bekannten fossilen Excremente häufig in der Bauchhöhle verschiedener Ichthyosauren gefunden und aus den darin eingebackenen Knochenschuppen von Fischen, die mit ihnen vorkommen, schließen müssen, daß sie sich besonders von Fischen nährten.



Das fast vollständige Skelet des Plesiosaurus macrocephalus. Zu Seite 65.

Wenn möglich noch abenteuerlichere Formen zeigen die Plesiosauren, welche in allen allgemeinen Charakteren mit den Ichthyosauren übereinstimmen, allein von ihnen namentlich durch die große Länge und Biegsamkeit des Halses abweichen, welcher bei der langhalsigen Art fast der vorderen Hälfte einer Schlange gleicht. Der Kopf ist klein, die vorne zusammengewachsenen Kiefer sind mit fein gestreiften Kegelzähnen besetzt, die namentlich im Unterkiefer länger werden und als Fangzähne anzusehen sind; die Ruderfüße sind länger als beim Ichthyosaurus, der Schwanz kurz und stielförmig. Sie bewegten sich schwimmend auf der Oberfläche des Wassers, jagten nach kleineren Wasserthieren, wobei ihnen der lange Schwanenhals vortreffliche Dienste leistete, und besuchten vielleicht, wie die Meeresschildkröten, nur um Eier zu legen die Küsten und Ufer.

Im Jahre 1821 machte Conybeare die ersten Ueberreste von Plesiosauren bekannt, er erhielt im folgenden Jahre den noch fehlenden Schädel, und 1824 ein vollständiges Skelet aus dem Lias von Lime regis. Seitdem hat sich die Artenzahl auf mindestens 16 vermehrt, deren Ueberreste in England gefunden und neuerdings von Owen einer abermaligen gründlichen Untersuchung unterworfen wurden.

Den Enaliosauriern in Hinsicht auf die Bezahnung nahe verwandt, aber in anderen Beziehungen sehr von ihnen verschieden, erscheinen die Pterodaktylen, deren Natur, wie Vogt bemerkt, noch keineswegs so festgestellt scheint, als sie verdiente, die aber jedenfalls eine Familie für sich ausmachen. Die schnabelartig verlängerten, mit eingekeilten scharfen Zähnen bewaffneten Kiefer, der lange kräftige Hals, der kurze Rumpf mit weitem Brustkasten, die starken und längeren Vordergliedmaßen mit ihrem langen Flugfinger, und die großen Krallenglieder an allen Zehen vereinigen die Pterodaktylen in eine einzige Gattung, welche zur Zeit der Juraformation das mittlere Europa bewohnte.



Restauration des Pterodactylus crassirostris. Zu Seite 66.

Der Kopf dieser Reptilien ist sehr groß, mit weiten Augenhöhlen und ungegliedertem Augenringe, der Rachen mit langen, spitzen, pfriemenförmigen Zähnen besetzt, die in Zahnhöhlen sitzen und die Ersatzzähne in ihrer Höhle bergen. Der Hals ist lang, stark, der Rumpf kurz, schwach und nach hinten in einen sehr kurzen, dünnen Schwanz endigend. Der Schulterapparat ist gut entwickelt, aus einem langen, säbelförmigen Schulterblatt und einem dünnen, hackenförmigen Schlüsselbein zusammengesetzt, der Oberarm kurz und ziemlich dick, die Unterarmknochen mehr als doppelt so lang. An diesem sitzt nun auf einigen kleinen Mittelhandknochen die merkwürdigste Hand im ganzen Thierreiche: innen vier dünne Krallenfinger, an welche sich nach außen ein ungeheuer langer, starker, säbelförmiger Finger anschließt, aus vier langen Gliedern gebildet. Dieser Finger für sich ist etwa so lang, wie Hals und Rumpf zusammengenommen. Die Hinterfüße sind schwach, mit Krallenfingern versehen, lang und an einem kleinen schwachen Becken befestigt.

Man hat in dieser Familie mehrere Gattungen unterschieden. Indem man den Namen Pterodaktylus nur für jene Arten beibehielt, welche bis an das vordere Ende bezahnte Kiefer, einen kurzen beweglichen, gegliederten Schwanz und einen viergliederigen großen Finger besaßen, nannte man die Arten mit vier-

gliederigen Fingern, deren Kiefer in eine zahnlose, mit einem hornigen Schnabel bekleidete Spitze auslauft, und die zugleich einen langen, steifen, stielartigen Schwanz besitzen, Rhamphorhynchus. Alle waren kleine Thiere von der Größe eines Sperlings bis zu der einer Schnepfe. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Pterodaktylen fliegende Reptilien waren.

Als eine der merkwürdigsten Entdeckungen der Neuzeit darf wohl die als Greif von Solenhofen bezeichnete Versteinerung Archaeopteryx macrurus bezeichnet werden. Im Jahre 1862 bot der Landarzt Häberlein zu Pappenheim bei Solenhofen ein Petrefact zum Verkaufe aus. Es war ein Unicum in seiner Art und noch nirgends beobachtet worden. Der Münchener Naturforscher Andreas Wagner gab die erste Notiz über dieses Thier.



Archaeopteryx macrurus. (Jura.) Zu Seite 67.

Sehen wir das Petrefact selbst näher an, so finden wir, sagt Siegmund, daß von dem auf dem Rücken liegenden Skelette leider der Kopf, der Hals und die Rückenwirbel ganz fehlen, dagegen die Schulterknochen, der Oberarm und die beiden Vorderarmknochen gut erhalten sind. Der Gabelknochen liegt zwischen den beiden Flügeln; sehr deutlich ist auch die untere Extremität, bestehend aus einem Oberschenkel, dem Schienbeine und einem Mittelfuße, der ganz wie bei den Vögeln und wie bei keinem Reptil nur einen einzigen kräftigen Knochen darstellt, an dessen unterem Ende drei Gelenkköpfe für die drei Zehen sich finden. Diese Zehen tragen deutlich Klauen. Vom Becken ist nur die linke Seite erhalten, und man sieht daran deutlich eine Vertiefung für den Kopf des Oberschenkels. Diese ganze Extremität ist vogelähnlich und offenbar zum Hüpfen oder zum Gehen des Thieres auf ihr allein geeignet.

Das Merkwürdigste aber an der Versteinerung ist der Schwanz. Bei allen bekannten Vögeln besteht dieser aus fünf bis neun kurzen, aber sehr starken Wirbeln, die oben und unten Dornfortsätze tragen; immer ist der letzte Wirbel der größte, und ausnahmslos setzen sich an ihn alle Schwanzfedern an, dagegen zählen wir an dem langen Schwanze des vorliegenden Petrefactes gegen zwanzig Wirbel,

welche nach dem Ende zu immer dünner und feiner werden, und welche alle mit Federn versehen sind, und zwar wie es scheint in der Art, daß jeder Wirbel rechts und links eine Feder trägt. Aehnliche Schwanzwirbel (dem Knochen nach) beobachtet man allerdings auch bei unseren Eidechsen und auch bei den in derselben Steinschichte vorkommenden Flugeidechsen, Pterodaktylus, aber nie wurde bei diesen letzteren eine Spur von Federn oder etwas dem Aehnliches gefunden, wie bei dem vorliegenden Exemplare. Abgesehen von dieser eigenthümlichen Befiederung des Schwanzes scheinen aber auch die Flügelfedern ganz anders als bei unseren Vögeln angesetzt zu sein. Es ist, als ob sie wie ein strahlenartig ausgebreiteter Fächer an einem kurzen Knochen am Vorende des Vorderarmes befestigt gewesen seien, während bekanntlich die Schwungfedern der Vögel längs des ganzen Vorderarmes und der Hand stehen.



Sandsteinfelsen (Adersbach). Zu Seite 70.

Wagner erklärte dieses Fossil trotz seiner Befiederung für ein eidechsenartiges Reptil, während Owen es einen Vogel nennt. Auch Vogt meint, daß dieser jurasische Vogel offenbar ein guter Flieger war, dessen Fußbildung sich jener der Hühnervögel nähert. — Dieses Petrefact wurde dann von G. R. Waterhouse um die Summe von 600 Pfund Sterling für das britische Museum erworben. . . .

Unter den technisch wichtigen Gesteinen, welche den Schichten des Jura eingelagert sind, müssen wir nebst den Kalksteinen, welche als Bausteine Verwendung finden und zur Cementfabrikation dienen, in erster Linie die Eisenerze erwähnen, welche als Oolithe, Thoneisensteine und Sphärosiderite in Luxemburg, Württemberg,

Lothringen und Oberschlesien, sowie auch im Wesergebirge dem Abbaue unterliegen. Die als sogenannte Oelschiefer von organischer Substanz erfüllten Posidonienschiefer werden zu Reutlingen in Württemberg der Destillation unterworfen, ferner wird Asphalt aus dem sogenannten Malmgesteine im Juragebirge und zu Limmer bei Hannover gewonnen. Die im Lias eingelagerte Steinkohle kommt zwar nur in geringer Ausdehnung vor, ist aber doch abbauwürdig; sie wird zu Fünfkirchen in Ungarn, ferner in Persien und China gewonnen. An die dichte Kohle, welche in kleinen Einsprengungen im Lias vorkommt, und welche auf der Drehbank bearbeitet und polirt werden kann, hat sich in England und Württemberg eine Industrie zur Herstellung von Schmuckgegenständen geknüpft. Schließlich müssen wir auch noch der Solenhofer Schiefer Erwähnung thun, welche ein vorzügliches Materiale zur Fabrikation von Steinen für lithographische Zwecke bilden.



Kreidefelsen auf Rügen. Zu Seite 70.

Die **Kreideformation**, auch Quadersandsteinformation, Quadergebirge oder Grünsandformation genannt, ist die jüngste Formation der mesozoischen Gruppe. Ihren Namen erhielt sie von dem weißen, weichen Gestein, der Kreide; doch ist diese nicht überall in gleichem Maße entwickelt, sondern wird häufig durch Sandsteine, welche neben einer deutlichen Schichtung auch eine quaderförmige Abgrenzung erkennen lassen, ferner durch Kalksteine, thonige Kalke oder Mergel, sowie durch andere thonige und sandige Gesteine ersetzt. Da in den Quadersandsteinen das thonige Bindemittel sehr ungleichförmig vertheilt ist, zeigen dieselben eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die atmosphärischen Einflüsse, und dies hat

zur Folge, daß diese Gesteine leicht verwittern, dabei aber bizarre Bergformationen entstehen lassen, wie wir dies in der sächsisch-böhmischen Schweiz sowie im Adersbacher Thale im Riesengebirge in prächtiger Weise wahrnehmen können. Mehr untergeordnet treten in der Kreideformation Schieferthone und Thone selbst auf, und besondere, nur an bestimmten Localitäten entwickelte Varietäten sind der Kreidetuff und die Korallenkreide, letztere ein wesentlich aus Korallenfragmenten bestehendes Gestein. In der weißen Kreide finden sich sehr häufig Knollen von Feuerstein, welche oftmals auch bizarre Formen zeigen.

An pflanzlichen Ueberresten ist die Kreideformation sehr arm, viel zahlreicher begegnen wir dagegen Ueberresten von Thieren. Unter diesen sind die von **Marsh** aus der Kreideformation des Kansas beschriebenen Odontornithen besonders merkwürdig, es sind dies Vögel, welche im Uebergange zu den Reptilien eine vollständige Bezahnung besitzen. Es lassen sich sowohl Laufvögel als auch Flugvögel unterscheiden.



Crioceras Duvali. (Kreide.) Zu Seite 70.

Von den technisch wichtigen Mineralien der Kreideformation sind in erster Linie die Quadersandsteine zu erwähnen, welche als Baumateriale ausgedehnte Verwendung finden, und insbesonders im Elbethale an der österreichisch-sächsischen Grenze, wo sie das von uns schon erwähnte Elbe-Sandsteingebirge, die sogenannte sächsische Schweiz bilden, gewonnen werden. Ferner finden sich in dieser Formation vielfach Kalke und Mergel, die zur Mörtelbereitung und zur Cementfabrikation dienen; endlich dürfen wir auch der Schreibkreide nicht vergessen. Außerdem finden sich aber noch schöne Marmorvarietäten, in Rußland und England sind auch Phosphorite in abbauwürdiger Menge in diese Formation eingelagert, sie dienen zur Herstellung künstlicher Düngemittel. Gangförmig eingelagerte Eisenerze, sowie Erze überhaupt sind selten, dagegen finden sich aber ausgedehnte Gänge von Asphalt, so in Westfalen, wo auch Strontianit gewonnen wird. An den Nordabhängen der Karpathen treffen wir überdies auch auf Lagerstätten von Petroleum und Ozokerit, bei Quedlinburg sind ferner kleine Kohlenflötze eingesprengt, welche wohl dem Abbau unterworfen werden, jedoch ihrer Mächtigkeit nach in keiner Weise an die Kohlenablagerungen der Kohlenperiode heranreichen. Mit der Kreideformation schließt die mesozoische Gruppe ab. Wenn wir auf die Entwicklung des organischen Lebens innerhalb



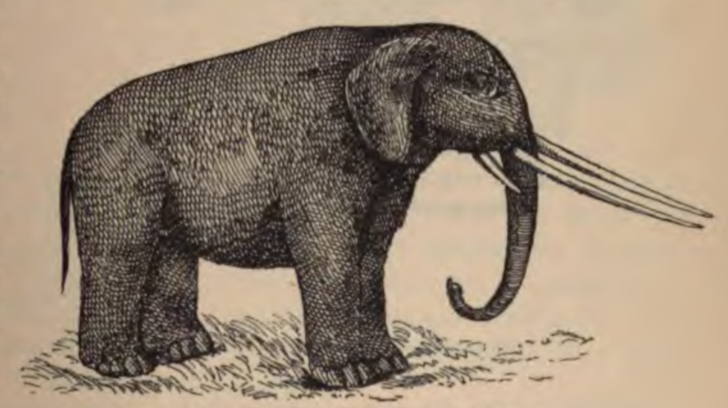
Hamites attenatus. (Kreide.) Zu Seite 70.

derselben einen Rückblick werfen, so sehen wir, daß sich, wie Credner bemerkt, die Thier- und Pflanzenfülle aus geringen, unbedeutenden Anfängen, die uns aus den der Silurformation vorangehenden Zeiten überliefert worden sind, entwickelt hat zu jenem Reichthum der paläozoischen Erde an abenteuerlichen Gestalten, welcher namentlich auf der Entwicklung der Gefäßkryptogamen, der Blastoideen und Cystideen, der Brachiopoden, Nautileen, Trilobiten und heterocercalen Ganoidfische beruht. Auch diese Fauna und Flora macht einer anderen Platz, deren Gesammtcharakter dem Ziele der fortschreitenden Entwicklung des irdischen Organismus um eine bedeutende Stufe näher steht. Allmählich verschwinden die Hauptvertreter des paläozoischen Lebens, eine neue organische Welt stellt sich ein, verdrängt nach und nach die übrigen Repräsentanten des grauen Alterthumes der Erde, verbreitet sich auf dieser, und dominirt endlich in den Wassern und auf dem Festlande — es ist die Thier- und Planzenwelt der mesozoischen Zeitalter.



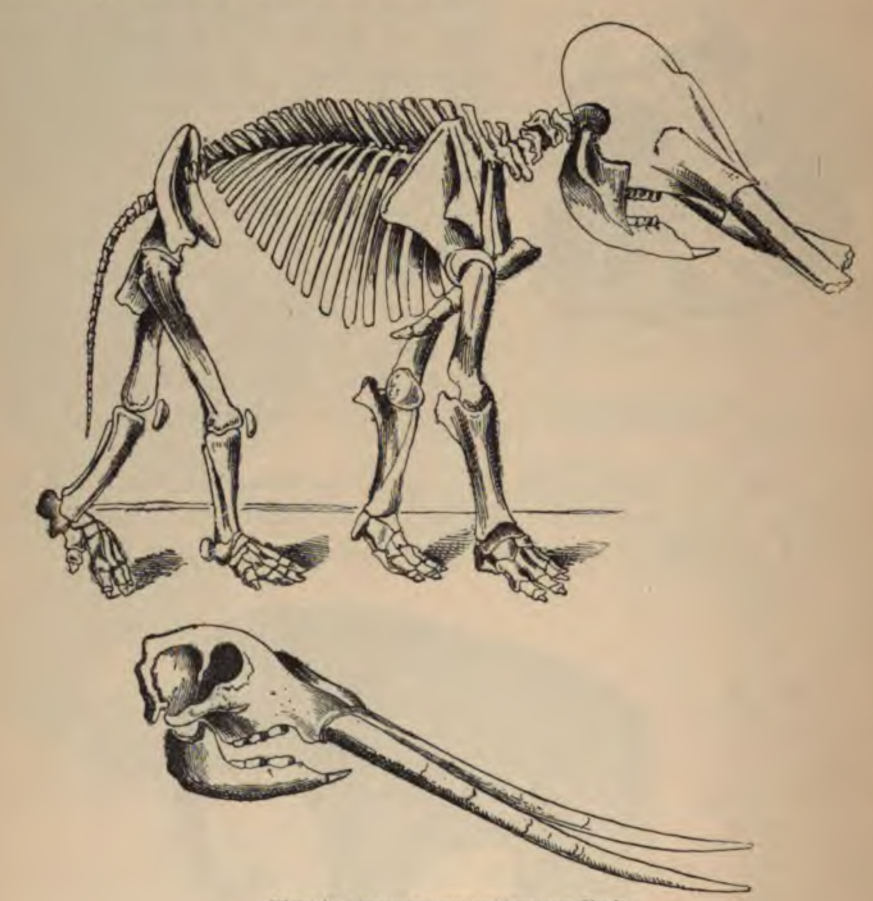
Nummulitenkalk. (Tertiär). Zu Seite 73.

An Stelle der paläozoischen Dschungeln von Calamiten, Sigillarien und Lepidodendren treten ausgedehnte Waldungen, von zuerst rein tropischen, später subtropischen Nadelhölzern, zwischen welchen zahlreiche und riesige Vertreter der neuen Gattung Equisetites wuchern; die Cycadeen erreichen die größte Höhe ihrer Entwicklung, neue Farne stellen sich ein, und endlich erscheinen auch die ersten Repräsentanten der Angiospermen in den verhältnißmäßig sparsamen Blättern der Credneria, Weide, Eiche, Ahorn, Sassafras und anderer. Sie sind die vereinzelten Vorläufer der Pflanzengruppe, welche in späteren Perioden, an Formenreichthum immer mehr zunehmend und Nadelhölzer und Cycadeen zurückdrängend, drei Viertel der Flora unserer Zeit ausmacht. Konnte man die paläozoische Erde als Reich der niedrigsten Pflanzen, der Algen und Gefäßkryptogamen bezeichnen, so ist die



Restaurirtes Bild des Mastodon. Zu Seite 74.

mesozoische Aera das Zeitalter der viel höherstehenden Gymnospermen. Gleichwie sich aber neben ersteren bereits die Vorläufer der mesozoischen Flora zeigen, so stellen sich auch schon am Ende der mesozoischen Periode Vorläufer der höchst entwickelten angiospermen Pflanzenwelt ein, die erst in den tertiären und noch späteren Zeitaltern die Herrschaft erlangt.



Skelet des Mastodon augustidens von Turin.
Ein vollständiger Schädel derselben Art von Sansans. Zu Seite 74.

Aehnlich wie die Pflanzenwelt hat auch der Gesammtcharakter der Thierwelt während der mesozoischen Periode eine Neugestaltung erfahren. Jetzt erst erscheinen die riffbauenden Korallen, die Zoantharia perforata und eporosa, sowie die Echiniden, um von da an bis in unsere Zeit fortzuleben. Statt der Brachiopoden und Nautileen, welche bisher durch ihren Formenreichthum und die Menge der Individuen den wesentlichsten Einfluß auf den organischen Gesammtcharakter ausgeübt hatten, entfalten sich die Zweischaler, Ammoneen und Belemniten und nehmen den maß-

gebenden Rang jener ein. Unter den Crustaceen erscheinen die echten Krabben, die sämmtlichen Familien der Insecten stellen ihre Vertreter. Die heterocercalen Ganoiden, von welchen aus dem Zeitalter ihrer Hauptentwicklung noch einige Nachzügler in den Beginn der mesozoischen Periode reichen, sterben bald vollkommen aus; für sie treten homocercale Ganoiden ein, welche im Verlaufe des mesozoischen Zeitalters das Maximum ihrer Häufigkeit erreichen, und dann ebenfalls allmählich zu der Seltenheit und der Formenarmuth der Jetztzeit herabsinken. Neben ihnen erscheinen die ersten echten Haie, sowie die Knochenfische und mit ihnen die Vorläufer des heute bei weitem vorwaltenden Typus der heutigen Fischwelt. Die Labyrinthodonten produciren im Beginne der neuen Aera Riesengestalten, jedoch um bald zu verschwinden, und machen den höher organisirten echten Reptilien, den Enaliosauriern, Pterosauriern, echten Gavialen, Krokodilen und Schildkröten Platz. Daß die Mitte der mesozoischen Zeitalter besonders für diese Reptilien geeignet war, zeigt sich nicht nur in der Häufigkeit, sondern auch in der Riesenhaftigkeit ihrer Repräsentanten, welche die Größe ihrer heutigen Nachkommen um mehr als das Doppelte übertreffen können.



Restaurirtes Bild des Dinotherium. Zu Seite 74.

Ganz ähnlich dem vereinzelten Auftreten der ersten Angiospermen neben den damals herrschenden Gymnospermen, Coniferen und Cycadeen, erstehen in der mesozoischen Periode während der Herrschaft der Reptilien die ersten Warmblütler in vereinzelten Vögeln und Beutelthieren, um sich später im Verein mit den damals noch so sparsamen Angiospermen, sowie mit den ebenfalls erst am Schlusse der mesozoischen Aera erscheinenden Knochenfischen zu den Hauptelementen einer neuen organischen Welt, der känozoischen, emporzuschwingen.

Die **känozoische Gruppe** umfaßt drei Formationen, und zwar die Tertiärformation, die Quartär- oder Diluvialformation und endlich die Jetztzeit.

Die **Tertiärformation** zeigt in der Entwicklung ihrer Fauna und Flora schon eine große Aehnlichkeit mit den heute lebenden Formen; sie wird in vier Unterabtheilungen unterschieden, welche die Namen Eocän, Oligocän, Miocän und Pliocän führen. In diese Periode fällt die letzte Ausbildung der Kettengebirge, außerdem war die Tertiärzeit aber auch eine Zeit großartiger vulcanischer Thätig-

keit, welche sich in dem Hervorbrechen der zu ganzen Gebirgen aufgethürmten Basalte und Trachyte äußerte. Die marinen Ablagerungen sind reich an Salz, Gyps, Schwefel und Petroleum, die Süßwasserschichten führen dagegen große Lager von Braunkohlen, weshalb man die Tertiärzeit auch als Braunkohlenperiode bezeichnet hat. Credner charakterisirt dieselbe in folgender Weise:

Sie ist das Zeitalter, in welchem Palmen, Laubhölzer und Säugethiere und neben ihnen die Zweischaler und Gasteropoden zu einer großartigen Entfaltung gelangen; in Folge der allmählichen Herausbildung von Klimazonen macht sich eine zonenweise, von der Entfernung vom Aequator abhängige Sonderung der Organismen bemerkbar; unter den verschiedenartigen klimatischen Einflüssen, die durch Entstehung von Hochgebirgen noch complicirter werden, bilden sich innerhalb der Meere, Buchten und Binnengewässer die mannigfaltigsten Localfaunen aus. Aehnliches ist auf dem Festlande und in den süßen Gewässern der Fall. Die klimatischen Verhältnisse nähern sich mehr und mehr denen unserer Zeit. Hand in Hand damit geht das Auftreten der immer größer werdenden Anzahl von Thier- und Pflanzenformen, welche mit denen der Jetztzeit identisch sind. Die Mannigfaltigkeit der irdischen Verhältnisse und des organischen Lebens während der Tertiärperiode ist größer als in irgend einem der vorhergehenden Zeitalter und repräsentirt die letzte Stufe der Entwicklung vor ihrem Eintritt in die Jetztzeit.

Die Flora der Tertiärzeit stand der heute in Europa verbreiteten schon ziemlich nahe. Wir finden Tannen, Fichten, Ahorne, Ulmen u. s. w., zu welchen sich auch, namentlich in den südlicheren Gegenden, Palmen gesellen, und dieses Vorkommen der Palmen in nördlicheren Breiten, z. B. in der Schweiz, zeigt uns, daß zur Tertiärzeit eine höhere Temperatur herrschte. Die Reptilien nehmen mit Eintritt der tertiären Periode den Charakter der Gegenwart an. Die eigenthümlichen Familien der Saurier sind verschwunden; man kennt nur noch Krokodile und Eidechsen; die Schildkröten theilen sich in Land-, Süßwasser- und Meeresschildkröten, und die bisher noch fehlenden Schlangen und nackten Reptilien beginnen aufzutreten.

Unter den Säugethieren begegnen wir solchen von riesigen Dimensionen, wie dem Mastodon und dem »Schreckensthier« Dinotherium gigantheum. Ebenfalls die Größe unserer Elephanten erreichte das Sivatherium, dessen Knochen am Himalaya gefunden wurden. Es ist ein echter Wiederkäuer, der Kopf ähnelt jenem des Elephanten. Auf dem hinteren Theile der Stirn stehen zwei dicke, kurze, massive Hörner; auf der Augenbogengegend zwischen den Augenhöhlen zwei andere, weit größere, seitlich von einander abweichende Hörner, was dem Kopfe ein höchst eigenthümliches Aussehen gibt. Schließlich wäre noch zu erwähnen, daß auch die Ueberreste fossiler Affen in tertiären Ablagerungen gefunden wurden.

Wie wir aus diesen wenigen Thatsachen schon mit aller Deutlichkeit ersehen können, kommen wir in den Erscheinungen der Tertiärzeit unseren Verhältnissen immer näher; doch hat sich aller Wahrscheinlichkeit nach diese Umwandlung auch

nicht rascher und intensiver vollzogen, als die Veränderungen innerhalb jetziger und früherer Zeitalter. Aber gerade dieser Umstand ist recht geeignet, uns die Größe des Zeitraumes, welchen die Erdentwicklung in Anspruch nahm, vor Augen zu führen. Ganze Faunen und Floren sind innerhalb der einen Periode von anderen verdrängt worden, Hochgebirge sind entstanden, aus Inselgruppen sind Continente geworden, und doch sind diese Processe augenscheinlich so langsam vor sich gegangen wie heute, wo uns die augenblickliche Erscheinungsweise der Erdoberfläche starr und stabil erscheint. Und diese Tertiärperiode füllt nun das letzte Blatt der Erdgeschichte, soweit sich diese vor dem Erscheinen des Menschen abgespielt hat.



Restaurirtes Sivatherium. Zu Seite 74.

War schon in der Tertiärformation eine große Uebereinstimmung mit der Fauna und Flora der Jetztzeit wahrnehmbar, so ist dies in noch weit höherem Maße bei der nächsten jüngeren Formation, bei der Diluvial- oder Quartärformation der Fall. Die quartären Ablagerungen bestehen der Hauptsache nach aus sehr lockeren Massen, welche keine festen Gesteinsschichten bilden, aus Lehm, Kies und Geröllen. Sie erfüllen vorzugsweise die Ebenen und Thäler und bilden in den meisten Fällen den unmittelbaren Untergrund der größeren Städte Europas, wo sie durch die Anlage von Brunnen, Sandgruben und Kellern vielfach aufgeschlossen wurden. In der Regel unterscheidet man die quartären Bildungen als Diluvium und Alluvium, unter letzterem versteht man dann die noch im Aufbaue begriffenen Neubildungen. Aber abgesehen davon, daß der Name Diluvium, welcher seinen Ursprung einer durch Nichts erwiesenen Vorstellung von einer ungeheueren Ueberschwemmung, einer sogenannten Sintflut, d. h. einer großen allgemeinen Fluth, welche einst nach den übereinstimmenden Sagen vieler alter Völker über die Erde hereingebrochen sein soll, oder der in der Bibel erzählten »Sintflut«, lateinisch diluvium, verdankt, kein sehr passender ist, so stößt man auch bei dem Versuche, eine schärfere Grenze zwischen den diluvialen und alluvialen Ablagerungen zu ziehen, auf große Schwierigkeiten.

Neuere Forschungen haben in vollkommener Uebereinstimmung ergeben, daß in den Beginn der Diluvialzeit eine wenigstens auf der nördlichen Erdhälfte sehr heftige Kälteperiode, die sogenannte »Eiszeit«, fiel. Von allen größeren Gebirgszügen breiteten sich mächtige, in Skandinavien gewiß bis zu 100 Meter dicke Eisströme in den Landen aus, welche den tieferliegenden Gegenden ein ungeheueres Gesteinsmateriale zuführten. An vielen Orten finden sich auch isolirt liegende Blöcke von wechselnden Dimensionen, welche man, da sie in gar keiner Uebereinstimmung mit dem Gesteine ihrer Umgebung stehen, als »eratische Blöcke« oder »Findlinge« bezeichnet hat. In der Regel sind sie in einem rauhen Lehm oder



Eratischer Granitblock, Walis. Zu Seite 76.

Mergel, welcher mit Gesteinssplittern erfüllt ist, eingebettet, oft liegen sie aber auch in einem aus kleineren Partikeln bestehenden Geschiebe, dem sogenannten Geschiebelehm oder Geschiebemergel. Während man früher der Meinung war, diese Blöcke, deren Manche hunderte Cubikmeter Inhalt besitzen, seien auf mächtigen Eisbergen herbeigeschwommen, sieht man heute in ihnen nichts Anderes, als die Spuren dieser Eiszeit, und der Geschiebelehm ist nichts Anderes, als das durch die ungeheuere Wucht des sich langsam fortbewegenden Gletschers zermalmte Materiale der Grundmoräne desselben. Bei dem Transporte dieser kolossalen Gesteinsmassen wurde der Untergrund in mannigfacher Weise in Mitleidenschaft gezogen. Bald wurde er tief aufgewühlt und die Blöcke der Grundmoräne in denselben eingedrückt, bald diente aber das Materiale der letzteren gewissermaßen als Polir-

mittel, und härtere Gesteine, über welche der Gletscher ging, wurden plattenförmig abgeebnet. In den Alpen begegnet man auf mancher Wanderung solchen **Gletscherschliffen**, welche sich bald als große, von vielen Furchen durchzogene Tafeln, bald als abgerundete Rücken darstellen. Auch die **Gletschertöpfe** oder **Gletschermühlen**, auch »**Riesentöpfe**« genannt, die an vielen Orten im Untergrunde oder im Gesteine anzutreffen sind, erweisen sich als Spuren der Eiszeit. Es sind dies mehr oder minder tief in das Gestein oder auch in dichte Lehmschichten eingearbeitete Löcher von wechselnder Tiefe und verschiedenem Durchmesser,



Gletschertöpfe bei Luzern. Zu Seite 77.

welche in der Regel der Kreisform sehr nahe kommen. Meist sind die Innenwände nahezu glatt geschliffen, manchmal zeigen sich in denselben auch spiralförmige Furchen. Solche Gebilde ist unter Umständen jeder Wasserlauf oder Wasserfall im Stande hervorzubringen, wenn die Beschaffenheit des Bodens eine solche ist, daß Gesteinstrümmer durch den Anprall des Wassers in einer auf derselben Stelle rotirenden Bewegung erhalten werden. Dann wird bei dieser drehenden Bewegung der Untergrund angegriffen und nach und nach ein cylindrisches Loch aus demselben herausgerieben. Der dies bewirkende »Reibstein« unterliegt naturgemäß hierbei auch einer Abnützung, die Folge ist, daß er allmählich die Kugelgestalt annimmt; in vielen Fällen findet man diese Reibsteine auf dem Grunde der

Riesentöpfe liegen. Diese merkwürdigen und interessanten Gebilde kommen jedoch auch in der Weise zu Stande, daß das Schmelzwasser der Gletscher durch eine bis auf das Gestein reichende Spalte in die Tiefe stürzt; der hierdurch entstehende Wasserfall verursacht dann in der angegebenen Weise die rotirende Bewegung von Gesteinstrümmern, welche den Fels oft bis auf eine Tiefe von 12 Metern und darüber aushöhlen. Dieser Erklärung ist wohl entgegengehalten worden, daß jeder Gletscher sich langsam vorwärts schiebt, daß also auch jene Stelle, an welcher das Schmelzwasser des Gletschers den Fels trifft, langsam weiter rückt, doch ist zu bedenken, daß die gewaltigen Gletschermassen der Diluvialzeit, insbesondere auf



Sogenannte »Commandostäbe« aus Renthiergeweih mit Thierfiguren. Zu Seite 79.

nahezu horizontalen Flächen, sich wesentlich langsamer weiter bewegt haben müssen, als die verhältnißmäßig kleinen Eismassen der Gegenwart.

Die Ursachen, welche man zur Erklärung der Eiszeit herangezogen hat, sind höchst mannigfacher Natur. So suchte man dieselbe mit einer Periode zahlreicher Sonnenflecken, durch welche die Wärmeausstrahlung der Sonne wesentlich verringert wurde, in Zusammenhang zu bringen. Andere wieder nahmen an, daß der Golfstrom zeitweilig seine Richtung geändert habe und hierdurch dem europäischen Festlande eine geringere Wärmemenge zugeführt wurde. Die meisten Forscher sehen aber jetzt in periodischen Schwankungen der Excentricität der Erdbahn die Ursache der Eiszeit. Während nämlich jetzt die Sonne länger nördlich vom Aequator steht als südlich von demselben, kehren sich im Laufe der Zeiten diese Verhältnisse um. Die directe Folge eines solchen Wechsels in der Stärke der Insolation muß dann eine Verschiebung der jetzt nördlich vom Aequator

liegenden Kalmenzone, eine Veränderung der Richtung der Passatwinde, welche jetzt über den Aequator nach Norden wehen, und somit auch eine Veränderung in der Richtung der Meeresströmungen im Gefolge haben; die natürliche Folge dieser durchgreifenden Aenderung der Verhältnisse ist dann eine wesentliche Begünstigung der jetzt auf ein Minimum reducirten Gletscherentfaltung auf der nördlichen Halbkugel. Wenn diese Hypothese zutreffend ist, so muß jene Periode, welche wir als Eiszeit zu bezeichnen pflegen, nur die letzte derartige in der Entwicklung der Erde gewesen sein, es müssen ihr dann vielmehr schon in früheren Epochen sich regelmäßig wiederholende Eiszeiten vorausgegangen sein, und wir müssen auch für die Folge die Wiederkehr solcher Perioden der allgemeinen Vereisung zugeben.



Skelet des Moa. Zu Seite 80.

Bevor wir die Eiszeit verlassen, wollen wir noch erwähnen, daß deutliche Spuren aufgefunden worden sind, welche den Beweis liefern, daß schon zur Eiszeit, oder doch in einer ihr sehr nahestehenden Periode Menschen gelebt haben. Dies beweisen uns aufgefundene höchst primitive Waffen und Werkzeuge, und ferner zierliche und mit einem gewissen Geschick ausgeführte Zeichnungen beziehungsweise Gravirungen der Umrisse von Thieren auf Knochen und Renthierstangen, in welchen Darstellungen sich der Kunstsinn unserer ersten Vorfahren ausgelebt hat.

Charakteristisch für die Diluvialzeit sind die zahlreichen Höhlen und Auswaschungen, in welchen sich, untermengt mit Gerölle, im Sand und Thon reiche Funde von thierischen Ueberresten vorfanden. Allerdings traf man in solchen Knochenhöhlen nur in sehr seltenen Fällen auf ganze Skelette, so daß die Annahme berechtigt erscheint, die Anhäufungen von Knochen seien durch das fließende Wasser bewerkstelligt worden. Andererseits fanden sich in solchen Höhlen aber auch wohlerhaltene Excremente verschiedener Raubthiere, besonders von Hyänen; es ist daher der Schluß vollauf gerechtfertigt, daß die Thiere diese Höhlen bewohnten und dort ihre Beute zusammentrugen und verzehrten. Darauf weist auch der Umstand hin, daß viele der Knochen deutliche Spuren von Zahneindrücken zeigen, ein Beweis, daß sie benagt worden sind. Wir müssen also die Entstehung dieser Knochenhöhlen, denen wir manchen hochwichtigen Fund verdanken, zwei Ursachen zuschreiben, einerseits der Wirkung des Wassers,

indem dasselbe Knochenreste zusammentrug und mit Gerölle vermengte, andererseits dem Umstande, daß sie von Raubzeug bewohnt gewesen, so daß darin die Knochen der verzehrten Thiere verblieben.

Die während der Eiszeit stattgehabte Abkühlung hatte, wie begreiflich, eine theilweise Umgestaltung der Flora im Gefolge. Die an ein rauheres Klima gewöhnten Pflanzen des Nordens und der Hochgebirge stiegen in die Ebenen herab und überzogen als ziemlich gleichförmige Flora nahezu das ganze Europa. Mit dem Ende der allgemeinen Vereisung, als sich die klimatischen Verhältnisse wieder zu bessern begannen, zogen sich die meisten dieser nordischen Pflanzen wieder in ihre ursprüngliche Heimat zurück, sie hinterlassen aber manchen Nachkömmling in der Ebene, die theilweise unsere heute noch lebenden Formen bilden.

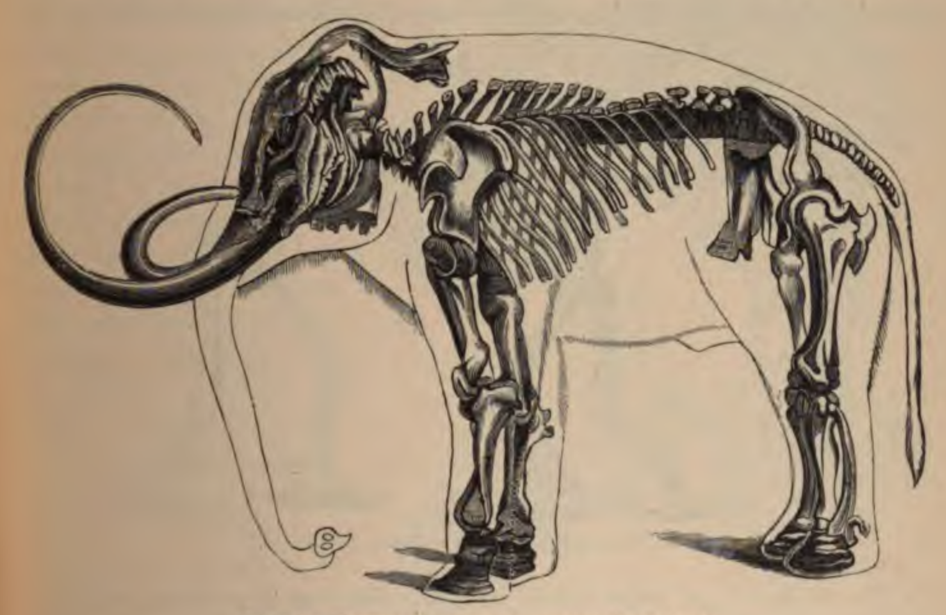


Der Riesenhirsch aus Irland. Zu Seite 81.

Besonders interessante Formen treffen wir unter der Thierwelt der Diluvialzeit an. Zu diesen gehören zunächst die ausgestorbenen **Riesenvögel** oder Diornithen Neu-Seelands, welche in ihren gewaltigen Dimensionen den Strauß mehrmals übertrafen, doch waren dieselben nicht zu Fliegen befähigt. Die Eingeborenen Neu-Seelands schreiben die Ueberreste dieser gewaltigen Thiere, welche ihnen wohlbekannt sind, einer Adlerart zu, welche sie **Moa** nannten. Vielfach hat man sich der Hoffnung hingegeben, noch lebende Exemplare dieser Vogelfamilie anzutreffen, doch haben die eingehenden Durchforschungen Neu-Seelands wohl zahlreiche Ueberreste derselben zu Tage gefördert, diese Vermuthung jedoch nicht bestätigt. Allerdings kann man sich mit großem Rechte der Vermuthung hingeben, daß diese Vogelgattung erst in historischer Zeit ausgestorben ist.

Unter den ausgestorbenen Säugethieren dieser Periode wollen wir zunächst den Riesenhirsch erwähnen, dessen sehr gut erhaltene Skelette sich vielfach in den Torfmooren Irlands finden, auf dem Continente sind dagegen Ueberreste dieses gewaltigen Thieres, dessen Geweihenden 3—4 Meter auseinanderstanden, nur höchst selten gefunden worden. Auch hier erscheint die Vermuthung begründet, daß dasselbe erst in historischer Zeit ausstarb.

Ebenfalls höchst merkwürdig, wenn auch bekannter, ist das Mammuth, welches während der Diluvialzeit nahezu über die ganze Erde verbreitet war, wenigstens hat man Ueberreste dieses kolossalen Vierfüßers sowohl in ganz Europa,

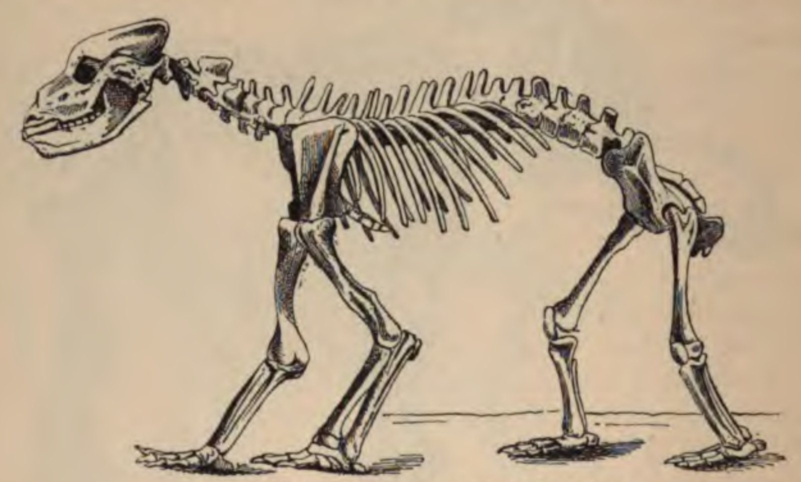


Skelet des Mammuth (Elephas primigenius). Zu Seite 81.

als auch in Asien und Amerika gefunden. Das heutige England war besonders reich an diesen Thieren; interessant ist es, daß zu jener Zeit noch eine Landverbindung zwischen dem heutigen Großbritannien und dem Festlande bestand, welche überhaupt erst verschwunden ist, als Jütland und die dänischen Inseln schon lange Zeit mit Menschen bevölkert waren. Besonders zahlreich waren die Mammuthe jedoch in Sibirien, wo wiederholt Funde im Eise eingefrorener Mammuthe gemacht wurden, von denen nicht nur das vollständige Skelet, sondern auch Fleisch, Haut und Haare, Jahrtausende conservirt durch die Kälte, gefunden worden sind. Das Fleisch dieser Thiere war vollkommen frisch, so daß es nicht nur Eisbären und Hunden, sondern angeblich auch Menschen zur Nahrung diente.

Ein Thier, welches sich ebenfalls in der Diluvialzeit der größten Verbreitung erfreute, war ferner der Höhlenbär, dessen Knochen in zahlreichen Höhlen von Franken, Schwaben, Mähren, Italien und anderen Orten gefunden wurden. Die jetzt lebenden Nachkommen seines Geschlechtes überragte dieses Thier wesentlich an Größe, in Bezug auf den Bau des Skelettes zeigen sich jedoch verschiedene Unterschiede, von denen die verhältnißmäßig hohe und schräg abfallende Stirne am auffallendsten ist.

Schließlich wollen wir noch das Mastodon erwähnen, dessen sehr gut erhaltene Skelette man in den Sand-, Kies- und Moorablagerungen des nordamerikanischen Diluvialcontinents gefunden hat, seine Höhe betrug fast 4 Meter, die Länge des Körpers gegen 6 Meter und jene eines Stoßzahnes ebenfalls 4 Meter, und



Skelet des Höhlenbären (*Ursus spelaeus*). Zu Seite 82.

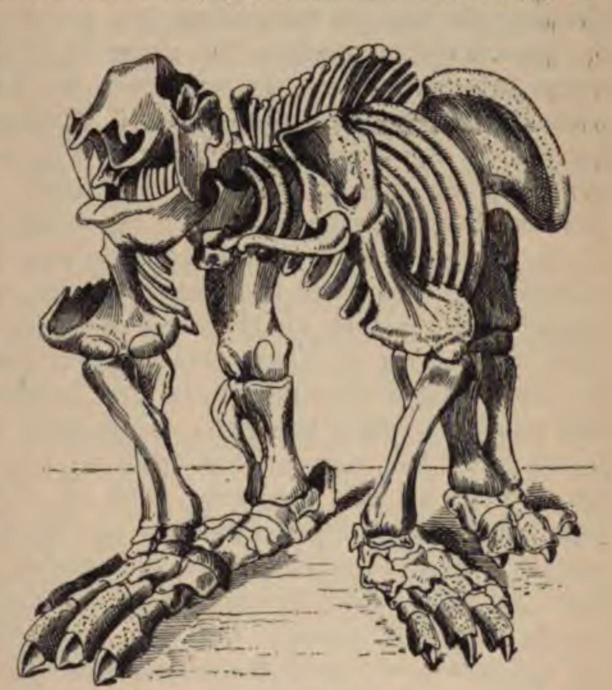
das Megatherium, dessen Skelet im Pampasschlamm von Buenos Ayres gefunden wurde. Dieses mächtige und hochinteressante Thier war entschieden ein Vorläufer der heute lebenden Faulthiere und gleich dem Mastodon ein Pflanzenfresser.

An das Diluvium schließt sich unmittelbar das Alluvium oder die Jetztzeit der Erde an. — — —

Wir haben nun, allerdings nur in großen Zügen, die Geschichte der Erde besprochen, soweit sie uns in den Ueberresten aus lang vergangenen Zeiten erhalten blieb und soweit sie bisher erforscht werden konnte. Dabei haben wir gesehen, wie nicht nur die Beschaffenheit der Oberfläche unserer Erde nach und nach eine gründliche Umgestaltung erfuhr, wie Inseln auftauchten und sich diese zu Continenten vergrößerten, sondern wir konnten auch verfolgen, wie alles organische Leben, von höchst einfachen Formen ausgehend, sich unausgesetzt weiter entwickelte, in immer zahlreicheren und vollkommeneren Formen auftrat und schließlich sich immer mehr jenen Typen näherte, welche heute noch am Leben sind.

Diese Umgestaltung der Erde, die Entwickelung des organischen Lebens auf derselben hat sich, wie wir schon wiederholt betonten, aber durchaus nicht rasch vollzogen, sie fand vielmehr nur langsam, Schritt für Schritt statt, und jede der geologischen Gruppen hat bestimmte Zeiträume umfaßt, von deren Dauer wir uns wohl keine richtige Vorstellung machen können.

Begreiflicherweise hat es auch an Versuchen nicht gefehlt, wenigstens annähernd die Zeit zu bestimmen, welche verstrichen sein mag, seit die Erde begann, aus dem flüssigen Zustand in den festen überzugehen, mit einem Worte, sich abzukühlen. In dieser Hinsicht hat sich insbesonders W. Thomson ein großes Verdienst erworben, wenn andererseits auch zugegeben werden muß, daß seine Berechnungen nur auf Annahmen beruhen und sehr viele und begründete Einwendungen gegen dieselben erhoben werden können. Immerhin sind sie aber im Stande, besonderes mit Rücksicht auf den Umstand, daß ihre Ergebnisse keinesfalls zu hoch, sondern gewiß zu niedrig ausgefallen sind, uns eine Vorstellung zu geben, von den gewaltigen Zeitabschnitten, welche verstreichen mußten, ehe die Erde und das organische Leben auf derselben in den heutigen Zustand gelangte.



Skelet des Megatheriums. Zu Seite 82.

W. Thomson benützte als Grundlage seiner Berechnung einerseits die Temperatur, bei welcher muthmaßlich die Erstarrung der Erde begann, andererseits das durchschnittliche Wärmeleitungsvermögen der Erde und endlich die sogenannte geothermische Tiefenstufe, d. i. jene Strecke, welcher, wenn wir uns dem Mittelpunkte der Erde nähern, eine Temperatursteigerung von je 1° entspricht. Auf diese Verhältnisse werden wir an einer späteren Stelle noch ausführlich zu sprechen kommen. Keine dieser Größen ist genau bekannt oder überhaupt genau bestimmbar; um daher den Fehler nach Möglichkeit zu verringern, nahm Thomson für jede dieser Zahlen drei verschiedene Werthe, deren höchster dem wahrscheinlichen Maximum, deren niederster dem Minimum dieser Größe entsprach,

und schließlich noch einen Mittelwerth an. Hieraus ergab sich, daß die seit Erstarrung der Erde verstrichene Zeit nicht weniger als 20 und nicht mehr als 400 Millionen Jahre betragen könne, als wahrscheinlich wird ein mittlerer, zwischen 90 und 200 Millionen Jahren liegender Zeitraum angenommen.

Wie gesagt, können allerdings gegen diese Berechnung manche Einwände angeführt werden, deren Stichhaltigkeit nicht zu bezweifeln ist. So haben wir beispielsweise bei Besprechung der Sonne, beziehungsweise des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft gesehen, daß wir vollkommen berechtigt sind anzunehmen, dem Wärmeverluste durch die Ausstrahlung stehe eine Production von Wärme durch die Zusammenziehung entgegen. Die gleichen Verhältnisse müssen dann auch bei unserer Erde stattgefunden und den Verlauf der Abkühlung wesentlich verzögert haben. Daraus geht aber hervor, daß die Thomson'schen Werthe keinesfalls zu hoch, sondern eher zu niedrig berechnet sind. Wir wollen übrigens nicht unterlassen, auf noch einen Einwand hinzuweisen, welcher unter Umständen den Werth dieser Berechnungen ganz in Frage stellt. Wie nämlich Neumayr ausführt, stützen sich die Daten, auf welche Thomson's Berechnungen basirt sind, nur auf Beobachtungen, die an Gesteinen vorgenommen wurden, welche sich nachweisbar am Grunde des Meeres oder am Boden von Binnenseen aus dem Wasser abgelagert haben, während wir ein Gestein, das mit voller Sicherheit als ein Bestandtheil der ursprünglichen Erstarrungsrinde der Erde bezeichnet werden könnte, überhaupt nicht kennen. Die höhere Temperatur, welche wir in allen Schichtgesteinen finden, ist also in der Tiefe nicht ein Ueberbleibsel der ursprünglichen Schmelzhitze, sondern sie rührt von einer Erwärmung durch die in weit größerer Tiefe befindlichen ursprünglichen Erstarrungsgesteine her. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Folgen dieser Verhältnisse zu entwickeln, es mag der Hinweis genügen, daß alle ähnlichen Berechnungen nur innerhalb sehr weiter Grenzen, und auch da nur annäherungsweise, richtig sein können. Sobald aber einmal das bisher nur spärlich vorliegende Beobachtungsmaterial sich wird wesentlich vergrößert haben, dann dürfte wohl auch eine genauere Berechnung, natürlich unter Berücksichtigung aller dieser besonderen Verhältnisse, möglich sein. — — —

Nach diesen verschiedenen Betrachtungen, welche allerdings mit dem Bergbau nur in indirectem Zusammenhange stehen, deren Darstellung jedoch zum Verständniß des Ganzen unerläßlich war — denn der Bergmann von heute muß, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, Geologe sein und kann und darf sich nicht mehr auf die Hilfe der Wünschelruthe verlassen, er muß im Stande sein, die geologischen Verhältnisse seines Gebietes voll und ganz zu würdigen und zu verstehen, um daraus seine Schlüsse zu ziehen und seine Anordnungen danach zu treffen — wollen wir uns noch mit einigen Verhältnissen der Erde selbst befassen, die theils direct für den Betrieb der Bergwerke von größter Bedeutung sind, theils uns aber auch das Verständniß vieler, in den späteren Abschnitten dieses Buches sich häufig wiederholender Ausdrücke, die dem Bergmanne geläufig

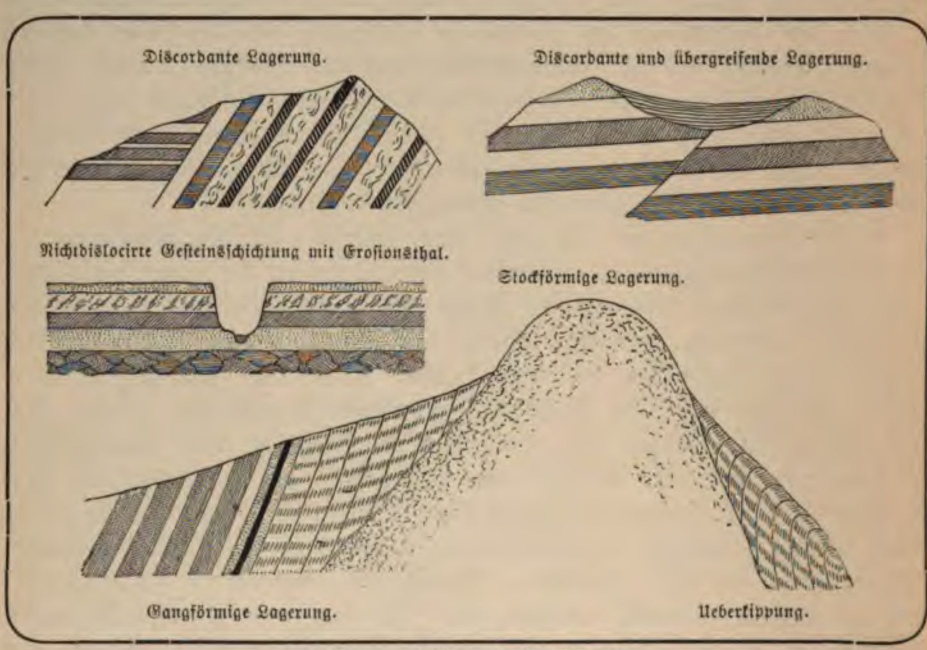
sind, vermitteln sollen. Wir beginnen mit der Besprechung der Gebirgsbildung, sowie jener Verhältnisse, welche man allgemein als Schichtung und Lagerung bezeichnet.

Den Anschauungen der alten Schule der Geologie gemäß dachte man sich bislang die Gebirge als ein Product heftiger innerer Erdrevolutionen. Durch gewaltigen Druck sollte die feste Erdkruste aus ihrem Gefüge gebracht und emporgehoben worden sein, wobei durch Aufthürmung der unten lagernden krystallinischen Massengesteine in Verbindung mit den sedimentären Ablagerungen die Gebirge entstanden. R. Mallet war der Erste, welcher auf die Möglichkeit hinwies, daß in Folge der Contraction des erkaltenden Erdkörpers die Oberfläche desselben zusammenschrumpfe und zur Faltenbildung Anlaß geben müsse. Seitdem haben A. Hein und E. Sueß durch eingehende wissenschaftliche Untersuchung gezeigt, daß das, was früher als eine Wirkung des feuerflüssigen Erdkernes, als Reaction desselben gegen die Erdrinde angenommen wurde, sich als das Resultat des allmählichen Zusammenschrumpfens des Erdkörpers darstellte.

Diese Theorie hat auf den ersten Blick, besonders in der Vorstellung des Laien, etwas Gezwungenes. Sie wird aber sofort plausibel, wenn man die Dimensionen des Erdbodenreliefs mit der Größe unseres Planeten einer vergleichenden Betrachtung unterzieht. Auf einem Globus von 3 Meter Durchmesser würden die höchsten Berge Erhebungen von kaum 4 Mm. bilden und etwa dieselbe Tiefe würden die zur plastischen Darstellung gebrachten Oceanmulden besitzen. Erhebungen und Vertiefungen würden also auf der Oberfläche eines solchen Globus kaum wahrzunehmen sein. Es fällt daher nicht schwer sich vorzustellen, daß selbst in Folge der allerkleinsten Contraction dieser 3 Meter im Durchmesser haltenden Kugel winzige Faltungen auf ihrer Oberfläche entstehen müssen, welche den höchsten Massengebirgen der Erde gleichkämen. Warum also sollte derselbe Vorgang nicht auch auf unserem Erdkörper möglich sein? Ist doch das Zusammenschrumpfen der Erdrinde im Verhältnisse zu der Größe unseres Planeten ein Vorgang von verschwindender Wirkung, wenngleich dieses dem menschlichen Auge und auf Basis des relativen Maßstabes, den wir in Folge unserer Nichtigkeit an alle Dinge zu legen gezwungen sind, als das Ergebniß großartiger Krafteffecte sich darstellt.

Durch Aufwölbungen und Faltungen also sind die Continente, Hochländer und Gebirge entstanden. E. Sueß stellt kurzweg den allgemeinen Satz auf, daß sämmtliche Kettengebirge durch einseitigen Horizontaldruck der Erdrinde gebildet wurden. In Folge der Contraction des Erdkörpers wurde dessen Kruste zu wiederholten Malen aus ihrem Gefüge gebracht, einzelne Theile der Gesteinsrinde zerbrachen in Schollen, welche sich an den Rändern übereinander oder gegeneinander aufrichteten und dadurch in mannigfache Lagerungsverhältnisse zu einander traten. Wo unter denselben Voraussetzungen Einsenkungen entstanden, bildeten sie die Behältnisse für den wässerigen Niederschlag aus der Atmosphäre und es entstanden die Oceane und ungeheuren Binnenseen.

Nach diesen Ausführungen ist es demnach gestattet, in den Reliefformen der Oberfläche der Erde deren Falten und Runzeln zu erkennen, wie sie das fortschreitende Alter im Gefolge hat. Die Gesammterscheinung dieser Runzeln als Oberflächenbild unseres Planeten kann hier nicht weiter in Betracht gezogen werden, da sie ein ausgedehntes, an causalen Erscheinungen reiches Gebiet der Geophysik ist. Dagegen wird ein Blick auf die uns umgebenden Erdbodenformen in Bezug auf deren Aufbau und Lagerungsverhältnisse das allgemeine Verständniß der vorgebrachten Grundlehren wesentlich erweitern, und wir werden sehen, daß



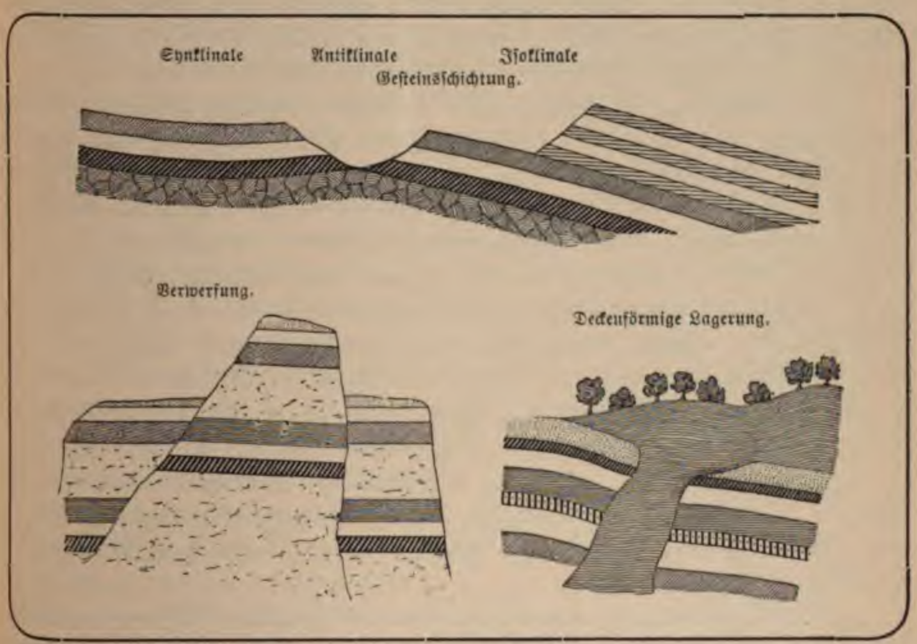
Schichtung und Lagerung. Zu Seite 88.

sich auch in der anorganischen Natur so manche Gesetzmäßigkeit wahrnehmen und deren Ursache und Wirkung erkennen läßt....

Wer eine Reliefform der Erdoberfläche, sei es nun einen Gebirgszug, ein Thal oder ein ganzes Gebirgssystem, betrachtet, wird als denkender Beobachter stets vor einer Summe von Fragen stehen, die der Beantwortung harren, soll das Wahrgenommene zu einer klaren und zutreffenden Vorstellung sich ausgestalten. Die schematische Eintheilung in Hoch-, Mittel- und Niedergebirge, sowie jene in Massen- und Kettengebirge — Bezeichnungen, die sich sozusagen durch sich selbst erklären — kommt hier weniger in Betracht, als das, was man die Physiognomie eines Gebirges nennt. Physiognomische Züge an den Reliefformen der Erdoberfläche sind bedingt durch die Natur der Gesteine und deren tectonische Zusammensetzung, durch die größere oder geringere Steilheit der Schichten, durch die relative

Höhe, welche den Gesammteindruck eines Gebirges bedingt, und durch die absolute Höhe, mit welcher die mannigfaltigsten physikalischen Erscheinungen, sowie (wenn auch nur zum Theile) die Formen des organischen Lebens zusammenhängen.

Wir haben gesehen, daß wir zwei Arten der Gesteinsbildung zu unterscheiden haben, und zwar die Bildung durch Erstarrung aus flüssigen Massen und die Bildung durch Niederschläge aus dem Wasser. Es bleibt uns jetzt nur noch die Aufgabe zu lösen, wie dieselben miteinander zu einem großen Ganzen verknüpft sind. Die Geologen unterscheiden — nach Siegmund — einen normalen Gesteins-



Schichtung und Lagerung. Zu Seite 89.

verband oder Auflagerung, und einen abnormen Gesteinsverband oder durchgreifende Lagerung. Die Auflagerung kommt hauptsächlich bei Sedimentgesteinen vor, indem ein Gebirgsglied oder eine Gesteinsschichte ihre Stelle unmittelbar über einer anderen einnimmt.

Eine größere Anzahl von Schichten nennt man ein Schichtensystem, und die Dicke jeder einzelnen Schichte oder auch eines ganzen Systemes nennt man Mächtigkeit. Jene Schichten, welche von einer anderen durch eine abweichende mineralische Beschaffenheit sich auszeichnen, bezeichnet man als Lager oder Flötze, z. B. Kalksteinlager im Gneis, Kohlenflötze im Kohlensandstein. Jene Schichte, welche über einer anderen, z. B. über einem solchen Flötze liegt, nennt man nach der Bergmannssprache das Hangende, und die darunter liegende Schichte das Liegende des Flötzes; ebenso heißen alle darüber liegenden Schichten »hangende

Schichten«, alle darunter liegenden Schichten »liegende Schichten«. Wird eine Schichte nach einer Richtung hin fortwährend dünner, bis sie endlich, wo Liegendes und Hangendes zusammentreffen, ganz aufhört, so sagt man: die Schichte keilt sich aus. Brechen Schichten plötzlich ab, so heißen die freiliegenden Enden derselben die Schichtenköpfe oder das Ausgehende.

Es ist die nothwendige Folgerung aus der Absatzbildung, daß die ursprüngliche Lage aller sedimentären Schichten nahezu eine horizontale gewesen sein muß; wo dies nicht mehr der Fall ist, sondern die Schichten mehr oder weniger steil aufgerichtet erscheinen, ist dies die Folge späterer Störungen oder Dislocationen. Man bezeichnet Schichten mit gestörter Lagerung als dislocirte Schichten, im Gegensatze zu den nicht dislocirten Schichten mit ungestörter horizontaler Lagerung.

Die Richtung, nach welcher sich die gleichen Schichten fortsetzen, oder ihre Ausdehnung nach der Fläche und irgend einer Himmelsgegend nennt man ihr Streichen. Die Streichungslinie, d. h. eine nach der Flächenausdehnung der Schichten gezogene horizontale Linie, schneidet sich mit dem Meridian meist unter irgend einem Winkel, dessen Größe nach den Stunden des Bergcompasses oder auch nach Graden angegeben wird und wodurch das Streichen der Schichte (oder auch eines Lagers) genau bestimmt werden kann. Unter Fallen, auch Einfallen oder Verflächen einer Schichte, versteht man deren Neigung gegen die horizontale Ebene oder den Winkel, den eine in der Schichtungsfläche auf der Streichungslinie senkrecht stehende Linie mit der horizontalen Ebene macht. Dieser Winkel wird mittelst des Klinometers, welches an der inneren Fläche des Compasses angebracht ist, gemessen.

Sind die Schichten aus ihrer ursprünglichen horizontalen Lagerung noch über die senkrechte Stellung nach der entgegengesetzten Richtung aufgerichtet, so daß das ursprünglich Liegende zum scheinbar Hangenden wird, so sagt man: die Schichten sind übergekippt.

Die Beobachtung der gegenseitigen Lage der Schichten führt zu dem Unterschiede von concordanter und discordanter Lagerung. Die Schichten lagern concordant oder übereinstimmend, wenn sie parallel übereinander liegen, gleichgiltig ob horizontal, geneigt oder gebogen (concentrisch). Gebogene Schichten sind entweder sattelförmig (antiklinal) und kuppelförmig (periklinal) gelagert, oder muldenförmig (synklinal) oder deckenförmig (centroklinal). Häufig erscheinen Sättel und Mulden in einem und demselben Schichtensysteme so aneinandergereiht, daß daraus eine wellenförmige Anordnung hervorgeht; und in diesen Biegungen und Fallungen sind die vorzüglichsten und gewaltigsten Motive zur Gebirgsbildung zu suchen. In Folge von Denudation oder Abtragung der Oberfläche gefalteter Schichtensysteme entstehen sogenannte Luftsättel, von deren richtiger Deutung sehr häufig das ganze Verständniß einer Schichtenreihe abhängt. Liegen zwei Schichtensysteme nicht parallel übereinander, so liegen sie in discordanter (nicht übereinstimmender) Lagerung. Die jüngeren Schichten bedecken dann in beliebiger Lage mit anderer Fall- und Streichungsrichtung die älteren, oder lehnen sich mit ihrem Aus-

gehenden einer älteren Schichtenreihe an. Die größtmögliche Discordanz (Nichtübereinstimmung) findet dann statt, wenn die Schichten des einen Gebirgsgliedes rechtwinkelig auf denen des anderen auflagern.

Häufig findet man, zumal beim Bergbau, wo man einzelnen Flötzen nachgeht, daß der Zusammenhang des Schichtencomplexes, in welchem das Flötz lagert, durch einen Sprung oder eine Spalte unterbrochen ist. Mit solchen Spalten oder Sprüngen, deren Einfallen mit dem Einfallen oder Verflächen der Schichten übereinstimmend sein kann oder nicht, ist gewöhnlich eine Niveauverschiebung der getrennten Theile verbunden, die man in der Bergmannssprache eine **Verwerfung** nennt. Dabei ist in der Regel der eine Gebirgstheil oder Flügel, und zwar der Hangendflügel, d. h. der Theil, welcher über der Verwerfungsspalte liegt, gegenüber dem Liegendflügel gesunken (normale Verwerfung), seltener gehoben (Ueberschiebung). In vielen Fällen sind die Spaltenwände in Folge der gegenseitigen Reibung, die mit der rutschenden Bewegung bei der Niveauverschiebung der verworfenen Gebirgstheile verbunden war, gestreift und polirt (Schliffflächen oder Spiegel), die hervorragenden Gesteinsstücke zermalmt, die Schichtenenden selbst gebogen und gestaucht. Die Größe der gegenseitigen Verschiebung kann sehr verschieden sein; sie wird durch die senkrechte Distanz der verworfenen Schichten gemessen (Sprunghöhe). Was beim Bergbau im Kleinen vorkommt, findet sich in den Gebirgen im großartigsten Maßstabe. Ganze Gebirgsketten sind durch Dislocationsspalten unterbrochen und häufig dadurch bemerkbar, daß auf ihnen warme Quellen zum Vorscheine kommen, oder daß erloschene oder thätige Vulcane auf ihnen stehen. Das Verhältniß der Auflagerung kommt auch bei krystallinischen Massengesteinen vor als deckenförmige und stromförmige Lagerung. **Decken** sind nach **Hochstetter** mehr oder weniger mächtige und ausgedehnte Ablagerungen massiger, ursprünglich feuerflüssiger Gesteine, welche sich bei der Eruption an der Oberfläche ausgebreitet und sogenannte Effusionsschichten gebildet haben. **Ströme** sind aufgelagerte Gesteinsmassen, welche nach einer Richtung eine vorwaltende Ausdehnung zeigen, wie z. B. Lavaströme, Gletscherströme.

Durchgreifende Lagerung (abnormer Gesteinsverband) kommt bei plutonischen oder vulcanischen Gesteinen vor. Man versteht darunter jenes Lagerungsverhältniß, bei welchem eine Gesteinsmasse nicht über anderen, sondern neben oder zwischen anderen lagert, also gangförmig, kuppenförmig oder stockförmig auftritt. Gänge sind Ausfüllungen von Spalten, welche ein festes Gestein durchsetzen. Sie stellen sich als mehr oder weniger plattenförmige, parallele Massen dar, welche sowohl die geschichteten als auch die massigen Gesteine unter den verschiedensten Winkeln durchschneiden können. Für die Lage und Ausdehnung der Gänge bedient man sich derselben Bezeichnungen wie für die Schichten. Man spricht von Streichen, Fallen, Mächtigkeit, Hangendem und Liegendem der Gänge. Die Berührungszone einer Gangmasse mit dem Nebengesteine nennt der Bergmann Saalband. Wo Gänge geschichtete Gesteine durchsetzen, beobachtet man sehr häufig Verwerfungen.

Nach dem Materiale, welches die Gänge ausfüllt, unterscheidet man Gesteinsgänge und Erzgänge oder Erzadern. Die Ausfüllungsmasse der Erzgänge besteht theils aus metallischen Mineralien, den Erzen, theils aus nichtmetallischen Mineralien, den Gangarten (Quarz, Kalkspath, Bitterspath, Braunspath, Jaspis, Hornstein und Thone verschiedener Art). Viele Erzgänge zeigen eine lagerförmige oder bandartige Zusammensetzung; die Erze sind nämlich in einem oder mehreren dem Saalband parallelen Bändern, welche mit den Gangarten alterniren, angeordnet. Dabei treten diese Bänder symmetrisch von beiden Saalbändern nach der Mitte des Ganges zu in derselben Reihenfolge auf. In der Mitte des Ganges verlaufen häufig Drusenräume, die mit Krystallen verschiedener Mineralien bekleidet sind.

Kuppenförmige Lagerung kommt nur bei Eruptivgesteinen vor, deren Masse über der Ausbruchsöffnung eine kegelförmige, dom- oder glockenförmige Anhäufung bildet. Stöcke sind Massen von bedeutenden Dimensionen, welche mit durchgreifender Lagerung das Nebengestein durchsetzen; sie können sowohl innerhalb geschichteter, als auch innerhalb massiger Gebirgsglieder auftreten, und sind entweder von linsenförmiger, oder von keilförmiger, elliptischer, oder von ganz unregelmäßiger Gestalt. Die von den Stöcken in das Nebengestein sich verzweigenden Adern oder Gänge nennt man Apophysen. Granit, Syenit, Porphyr ꝛc. kommen in Form von Stöcken vor. — — —

Wir haben uns nun noch mit zwei Eigenschaften der Erde zu befassen, deren Kenntniß und Beachtung für den Bergmann nicht nur von großem Interesse, sondern auch von hoher Bedeutung ist. Es ist dies die Temperatur, sowie die Beschaffenheit des Erdinnern.

Der Umstand, daß an vielen Stellen der Erde dieser warme und heiße, ja selbst kochende Quellen entströmen, daß ferner die Vulcane geschmolzene Massen zu Tage fördern, beweist uns, daß im Erdinnern eine sehr hohe Temperatur herrschen müsse, welche jedenfalls so groß ist, daß Körper, wie Gesteine, welche bei gewöhnlicher Temperatur uns als der Inbegriff alles Starren erscheinen, vollkommen flüssig werden.

Ein weiterer Beweis, daß thatsächlich das Erdinnere noch einen sehr großen Vorrath an Wärme besitzt, ist ferner darin zu sehen, daß wir, je tiefer wir in die feste Erdrinde eindringen, eine umso höhere Temperatur beobachten können. Die Temperatur der Erdoberfläche ist nur von der herrschenden Witterung abhängig; im Sommer wird der Boden bis auf eine gewisse Tiefe durch die Strahlen der Sonne erwärmt, im Winter kühlt er sich dagegen, wenn auch langsam, ab und friert auf eine gewisse Tiefe. Wenn wir aber Löcher in die Erde graben, und in dieselben Thermometer einführen, so daß sich diese in verschiedenen Tiefen befinden, so werden wir bald die Wahrnehmung machen, daß die nahe der Erdoberfläche befindlichen Thermometer bedeutende Temperaturschwankungen anzeigen, welche mit dem Wechsel der Witterung annähernd parallel gehen. Je tiefer die Thermometer jedoch eingesenkt sind, in desto geringerem Maße machen sich diese Schwankungen be-

merkbar, und endlich erreichen wir eine Tiefe, in welcher die Temperatur Sommer und Winter constant bleibt, soferne natürlich dafür Sorge getragen wird, daß von oben keine erwärmte oder abgekühlte Luft eindringen kann. Diese Temperatur entspricht dann annähernd der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes.

Bringen wir die Thermometer aber in noch größere Tiefen, wie dies beispielsweise in Bohrlöchern oder in Bergwerken möglich ist, so sehen wir bald, daß nun die Temperatur eine Zunahme erfährt, welche mit zunehmender Tiefe eine größere wird.

Begreiflicherweise hat man dieser Erscheinung große Aufmerksamkeit zugewendet und war bestrebt, die sogenannte geothermische Tiefenstufe festzustellen, d. i. jenes Intervall, ausgedrückt in Metern, nach dessen Zurücklegung in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Erde die Temperatur eine Zunahme um einen Grad erfährt.

Man sollte nun meinen, daß die geothermische Tiefenstufe für alle Orte der Erde die gleiche sei, oder doch, daß die Erde in gleichen Tiefen überall die gleiche Temperatur zeige. Dies trifft jedoch nicht zu, vielmehr zeigen sich fast überall und unter Umständen sogar sehr bedeutende Abweichungen. So fand man in den preußischen Bergwerken den höchsten Betrag für die geothermische Tiefenstufe zu 115·3, den geringsten zu 15·5 Meter, im Mittel 54·3 Meter, in sächsischen Bergwerken wurde dagegen 41·8 Meter im Mittel gefunden. Diese Zahlen weichen untereinander verhältnißmäßig nur wenig ab, bedeutend auffälliger ist es dagegen, daß in einem Kohlenbergwerke bei Monte Massi in Toscana die Temperatur schon nach Zurücklegung von je 13·7 Meter um einen Grad steigt und in einem Bohrloche zu Neuffen in Württemberg wurde sogar eine Tiefenstufe von nur 11 Metern gefunden.

Diese Erscheinung ist nun darauf zurückzuführen, daß in den Bergwerken in vielen Fällen nicht ausschließlich die Temperatur der Erde in der betreffenden Tiefe zur Geltung kommt, daß vielmehr chemische Processe verlaufen, welche ihrerseits ebenfalls mit einer Wärmeentwickelung verbunden sind. So wird beispielsweise bei dem Carbonisirungsprocesse, dem die unermeßlichen Kohlenlager ihre Entstehung verdanken, und der nichts anderes ist, als eine sehr langsam verlaufende Verbrennung bei ungenügendem Luft- beziehungsweise Sauerstoffzutritt, Wärme entwickelt. Wärme wird ferner frei, wenn sich Schwefelkiese langsam (unter Bildung von Schwefelsäure) oxydiren; diese Erscheinung kann in vielen Steinkohlengruben und Erzbergbauen beobachtet werden, denn viele Steinkohlenflötze enthalten namhafte Einschlüsse von Schwefelkies, auch Pyrit genannt, und die hellgelben Adern und Streifen desselben, ferner größere oder geringere Einschlüsse haben schon oft den Glauben, Gold gefunden zu haben, erweckt. Nun haben aber die Beobachtungen ergeben, daß gerade in Steinkohlenbergwerken die geothermische Tiefenstufe großen Schwankungen unterworfen ist, während in Erzbergwerken viel constantere Zahlen gefunden werden. Dies Alles deutet eben darauf hin, daß thatsächlich in vielen

Fällen das Resultat der Beobachtung eine Störung durch den Verlauf solcher chemischer Processe im Erdinnern erfährt, welche sich unter Wärmeentwickelung abspielen.

Auch der Zeitpunkt ist maßgebend, zu welchem die Beobachtung der Temperatur vorgenommen wird, ob nämlich in frisch eröffneten Gruben, oder in solchen, welche schon längere Zeit in Benützung stehen. So zeigte die Kohle in der Kohlengrube zu Bucknall in England zur Zeit der Erschließung eine Temperatur von 22°, zehn Monate darauf aber nur mehr 15° Wärme, und auch an vielen anderen Orten wurde die gleiche Erscheinung wahrgenommen.

Viel besser übereinstimmende Resultate werden dagegen erhalten, wenn die Temperaturbeobachtungen nicht in Kohlengruben oder in Erzbergbauen, welche oxydirbare Schwefelmetalle führen, sondern in artesischen Brunnen vorgenommen werden. Allerdings mißt man dann nicht direct die Temperatur des Gesteines, sondern nur jene des Wassers, welches mit diesem in unmittelbarer Berührung steht; doch haben wir allen Grund anzunehmen, daß gerade hierdurch die Beobachtung wesentlich an Genauigkeit zunimmt. Wie groß dann die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen ist, zeigt folgende Zusammenstellung:

Ort der Bohrung	Erreichte Tiefe, Meter	Temperatur des austretenden Wassers	Geothermische Tiefenstufe
Grenelle bei Paris	547	27·7°	32·6
Rüdersdorf bei Berlin	696	33·6°	26·9
Neusalzwerk in Westfalen	671	34·0°	29·6
Rouen	—	—	28·5
Mondorf (Luxemburg)	—	—	28·6
Pitzpuhl bei Magdeburg	—	—	25·1
La Rochelle	—	—	19·0
Artern in Thüringen	—	—	37·7
Liverpool	539	—	36·6
Kentish-Town	307	—	36·8
Schladebach bei Merseburg	1716	—	56·6

Ein bemerkenswerther Umstand, dessen Ursache allerdings noch nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden konnte, ist ferner, daß gerade in artesischen Brunnen eine relativ raschere Zunahme der Wärme mit steigender Tiefe constatirt werden kann, als dies bei Beobachtungen in Bergwerken der Fall ist.

Auch die großen Tunnelbauten hat man zum Anlasse genommen, solche Temperaturbeobachtungen auszuführen. Dieselben ergaben aber wieder ein ganz anderes Resultat als die Beobachtungen in Bergwerken oder in artesischen Brunnen, so daß man auf große Schwierigkeiten stößt, wenn man aus diesem bedeutenden Beobachtungsmateriale einen Mittelwerth für die geothermische Tiefenstufe abzuleiten versucht.

Schon bei der Durchbohrung des Mont Cenis, besonders aber bei Herstellung des Gotthardtunnels, wurden geothermische Beobachtungen angestellt, welche manche früher theoretisch gezogene Schlüsse bestätigten. Verbindet man solche Punkte des Erdinnern, welche ohne Rücksicht auf ihre Tiefenlage die gleiche Temperatur zeigen, durch Linien, sogenannte Geoisothermen, so liegen dieselben unter ebenen Gegenden ungefähr parallel zu einander und zu der Oberfläche der Erde; unter Gebirgsstöcken erheben sie sich jedoch so, daß die höher gelegenen eine stärkere Ausbauchung zeigen als die tieferen, ohne daß die oberen einen ebenso starken Elevationswinkel hätten wie die Berglinie selbst. Daraus ergiebt sich, daß die geothermische Tiefenstufe, vom Gipfel des durchbohrten Berges nach dem Tunnel zu gemessen, zwar größer als gewöhnlich ist (im Mont Cenis 50, im Gotthard 55 Meter), der Stollen aber doch bei bedeutendem Einschneiden in Bergmassive sehr tief gelegene Geoisothermen berühren kann. Im Mont Cenis-Tunnel herrschte an der innersten Stelle, über welcher 1600 Meter Gebirge lagen, eine Temperatur von 29·5°, im Gotthard bei einer Ueberlagerung von 1700 Meter schon 31°. Bei der Ausführung der geplanten großen Bergdurchstiche wird bei Ausarbeitung des Projectes wohl auf diese Verhältnisse Rücksicht genommen und auch für Mittel und Wege gesorgt werden müssen, in geeigneter Weise die sicher zu gewärtigenden hohen Temperaturen zu paralysiren.



Artesischer Brunnen. Zu Seite 92.

Aus den oben mitgetheilten Gründen sieht man sich jedoch veranlaßt, die bei Tiefbohrungen beobachteten Zahlen als die richtigsten anzusehen, und aus diesen wurde die geothermische Tiefenstufe im Mittel zu 33 Meter bestimmt. Es ist dies natürlich nur ein Mittelwerth und, wie wir gesehen haben, weichen die an vielen Orten gemachten Wahrnehmungen wesentlich von diesem ab.

Für den Bergmann ist aber die mit dem Eindringen in tiefere Schichten verbundene Zunahme der Temperatur von höchster Bedeutung, denn wie ein gewisses Temperaturminimum nicht überschritten werden darf, soll dem Menschen nicht eine der wichtigsten Bedingungen seiner Existenz entzogen werden, so darf die Temperatur auch eine gewisse obere Grenze nicht übersteigen. Die Körpertemperatur des Menschen beträgt im normalen Zustande 37°, und es ist bekannt, daß die meisten schweren Krankheiten mit namhaften Temperatursteigerungen verbunden sind, die jedoch schon sehr bedenklich werden, wenn die Temperatur des Körpers 40° erreicht, und bei 42°, wenn es nicht sofort gelingt, die Temperatur herabzudrücken, sicher mit dem Tode enden. Als Temperaturmaximum, bei welchem der Mensch zu arbeiten und zu existiren vermag, wären daher 37° anzusehen, doch

lehrt die Erfahrung, daß unter gewissen Bedingungen auch ein Aufenthalt bei höheren Temperaturen möglich ist, ohne daß sich sofort ungünstige Einflüsse bemerkbar machen. Und dies ist dann der Fall, wenn die umgebende Luft trocken ist. Der massenhaft aus den Poren brechende Schweiß verdampft dann sofort auf der Körperoberfläche, wobei Wärme gebunden wird, die dem Körper entzogen werden muß. Diese Wärmeentziehung bedingt aber eine gleichmäßige Abkühlung auf der ganzen Oberfläche des Körpers, welche bewirkt, daß derselbe die hohe Temperatur nicht annehmen kann. Wie leicht begreiflich, könnten aber solche Verhältnisse, die sicher einschneidende Störungen in der Function der Haut und überhaupt des ganzen Chemismus des menschlichen Körpers im Gefolge haben müssen, auf die Dauer nicht ertragen werden, wenn auch der Mensch, der von allen Lebewesen das am meisten widerstandsfähigste ist, relativ lange solchen Einflüssen zu widerstehen vermag. Viel ungünstiger liegen aber die Verhältnisse, wenn die Luft nicht trocken, sondern mit Wasserdampf beladen ist. Dann vermag der ausbrechende Schweiß nicht zu verdampfen, es stellt sich sehr bald ein höchst unangenehmes Gefühl auf der Haut ein und der Körper nimmt sehr rasch die Temperatur seiner Umgebung an, wenn diese höher liegt als die Bluttemperatur. In kürzester Frist treten dann Fiebererscheinungen und schwere Congestionen auf, tiefe Ohnmachtsanfälle stellen sich ein, und wenn nicht rasch für einen Wechsel der Umgebung gesorgt wird, so ist der Tod die unmittelbare Folge, eine Erscheinung, welche alljährlich an sehr heißen Sommertagen bei Manövern beobachtet werden kann und dann als »Hitzschlag« bezeichnet zu werden pflegt.



Geoisothermen. Zu Seite 93.

Für den Bergbau ist diese Abhängigkeit des Menschen von der Temperatur von höchster Bedeutung, denn es kann leicht der Fall eintreten, daß sehr reiche und ergiebige Gruben nicht weiter betrieben werden können, da das Eindringen in bedeutendere Tiefen, oder aber locale Verhältnisse zu bedeutende Temperaturzunahmen im Gefolge haben. Dies war beispielsweise in einer der reichsten Gold- und Silberminen der Welt, der Comstockmine in Nevada, der Fall, aus welcher in den Jahren 1860—1876 Gold und Silber im Werthe von 237 Millionen Dollar gefördert wurden. Die Temperatur in dieser Mine schwankt zwischen 42·2 bis 46·7°. Der Aufenthalt in diesen Strecken ist nur aus dem Grunde möglich, da die Luft sehr trocken ist und überdies einzelne kühlere Strecken vorhanden sind. Als man es aber versuchte, in Strecken mit einer Temperatur von über 50° arbeiten zu lassen, mußte dies Unternehmen aufgegeben werden, trotzdem man die Schicht auf zehn Minuten herabsetzte, bei dieser Temperatur konnte Niemand existiren und unter den Arbeitern waren die plötzlichen Todesfälle an der Tagesordnung. Dabei bewegte man sich in dieser Mine nicht einmal in besonders großen

Tiefen, vielmehr waren heiße Quellen die Ursache der enormen Temperaturzunahme.

Aehnliche Verhältnisse ergaben sich bei der Anlage der großen Tunnelbauten, wo noch die Schwierigkeit hinzukommt, daß eine Ventilation entweder gar nicht oder nur sehr schwierig durchgeführt werden kann, und zwar aus dem Grunde, da alle großen Tunnels, wie Gotthard, Arlberg 2c., gleichzeitig von beiden Seiten begonnen werden, und die Arbeit vor Ort überhaupt nur in dem sogenannten Richtstollen erfolgt, der so klein dimensionirt ist, daß ein Mann nicht aufrecht zu stehen vermag. Dort herrscht dann eine wahrhaft tropische Temperatur, unter welcher die Arbeiter, trotzdem sie fast unbekleidet ihrer schweren Aufgabe nachkommen, ungemein viel zu leiden haben, nicht nur durch die Temperatur, sondern auch durch die schlechte, verdorbene Luft, die sie wegen der Schwierigkeit der Ventilation zu athmen gezwungen sind.

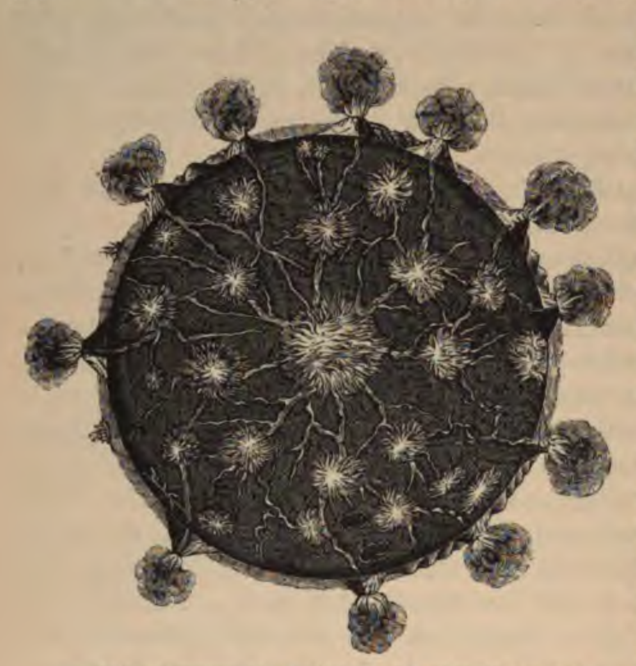
Allerdings hat man auch hierfür ein Mittel gefunden, das, wenn auch nicht vollständige Abhilfe, so doch wesentliche Erleichterung schafft.

Wird nämlich Luft zusammengepreßt, so erwärmt sich dieselbe sehr stark, andererseits wird aber wieder Wärme gebunden, wenn comprimirter Luft Gelegenheit geboten wird, sich auszudehnen. Man hat nun Apparate construirt, in welchen mit Hilfe des fließenden Wassers Luft unter einem Druck von vielen Atmosphären zusammengepreßt wird, diese comprimirte Luft wird mittelst einer Rohrleitung in den Stollen geführt. Dort dient sie einerseits zum Betriebe der Bohrmaschinen, soferne man für dieselben nicht, wie in neuester Zeit vielfach der Fall, Elektricität anwendet. Die auspuffende Luft, sowie jene, welche man eigens zu diesem Zwecke angebrachten Hähnen entströmen läßt, kühlt dann nicht nur den Raum ab, sondern sie bewirkt auch einen Wechsel und eine Circulation der Luft. Allerdings hilft dieser Vorgang nur auf relativ sehr kurze Strecken, doch bietet er immerhin einen großen Vortheil und ermöglicht es ferner auch, sehr bald nach Abfeuerung einer Sprengladung den Ort wieder zu betreten, da die Explosionsgase durch ausströmende comprimirte Luft rasch vertheilt werden.

In den Bergwerken kann man dagegen durch entsprechend geleitete Ventilation (Wetterführung) auch sehr viel zur Erleichterung des Aufenthaltes beitragen, im Uebrigen bleibt es jedoch der Technik vorbehalten, auch hier Mittel zu ersinnen, welche es im großen Maßstabe ermöglichen, den Aufenthalt in den Tiefen der Erde erträglich zu machen. Nur dann wird es möglich sein, die reichen Gänge und Lager überallhin zu verfolgen und zu fördern.

Die Ursache der Temperaturzunahme im Erdinnern ist in der Beschaffenheit des Erdkernes zu suchen, für welchen wir eine sehr hohe Temperatur annehmen müssen. Und dies nicht nur nach den geschilderten Verhältnissen, den heißen Quellen und der vulcanischen Thätigkeit, sondern direct noch als eine Folgerung aus der Kant-Laplace'schen Theorie, welche wir schon an einer früheren Stelle eingehend besprochen haben.

Wenn wir die geothermische Tiefenstufe im Mittel zu 33 Meter annehmen, so läßt sich hieraus mit Leichtigkeit berechnen, daß schon in einer Tiefe von 66 Km. unterhalb der Erdoberfläche eine Temperatur von rund 2000° herrscht. Nun beträgt der Radius der Erde am Aequator rund 6377 Km. Wenn aber schon in einer Tiefe von 66 Km., welche nur wenig mehr als den hundertsten Theil des Erdhalbmessers ausmacht, eine solche enorme Temperatur herrscht, so können wir daraus den Schluß ziehen, daß der Erdkern selbst eine ganz ungeheuere Wärmemenge aufgespeichert haben muß, selbst dann, wenn, wie ja erwiesen ist, die geothermische Tiefenstufe gegen den Mittelpunkt der Erde zu immer langsamer zunimmt.



Ansicht des Erdinnern nach Athanasius Kircher (1601—1680).
Zu Seite 96.

Angesichts dieser Verhältnisse drängt sich aber unwillkürlich die Frage nach dem Zustande des Erdinnern unter dem Einflusse solch colossaler Temperaturen auf.

Die einfachste und früher auch ganz allgemein geltende Anschauung ging dahin, für das Erdinnere den flüssigen Zustand anzunehmen. Einer solchen Annahme stellen sich aber verschiedene und sehr ins Gewicht fallende Beobachtungen entgegen. Zwar wurde immer aufs Neue auf die Laven hingewiesen, welche im feurig-flüssigen Zustande aus den Vulcanen austreten, und ferner noch auf die übereinstimmende Zusammensetzung von Laven aus den verschiedensten Gegenden der Erde, was ja auf einen gemeinsamen Ursprung derselben hinweisen würde; doch fanden sich auch hier gewichtige Gründe, welche für diese Umstände eine andere Erklärung wahrscheinlicher machte, als es die feurig-flüssige Beschaffenheit des Erdkernes ist.

Wir dürfen nämlich nicht vergessen, daß sich die Stoffe im Innern der Erde nicht unter den gleichen Verhältnissen — abgesehen von der Temperatur — befinden, wie auf der Oberfläche der Erde. Vielmehr stehen sie unter einem ganz ungeheueren Druck, welcher bei einer Tiefe von 66 Km. rund 19.000 Atmosphären betragen muß. Bei Besprechung des Zustandes der Sonne haben wir

schon erörtert, daß sich trotz hoher Temperaturen die Körper unter sehr hohen Drucken wesentlich anders verhalten, als dies unter dem normalen Luftdrucke auf der Erde der Fall ist, daß insbesondere die Schmelz- und Erstarrungspunkte hierdurch wesentlich verschoben werden. Körper, die unter gewöhnlichem Drucke bei hoher Temperatur nicht nur flüssig, sondern vielleicht schon gasförmig wären, sind dann noch immer fest, und erst wenn der auf ihnen lastende Druck aufgehoben wird, gehen sie in den flüssigen Zustand über.

Einen solchen »kritischen« Zustand müssen wir für das Innere der Erde annehmen, übrigens haben auch Beobachtungen rein astronomischer Natur ebenfalls zu der gleichen Annahme geführt, und W. Thomson hat hieraus geschlossen, daß der Erdkörper als Ganzes genommen eine Starrheit besitzen müsse, welche zwischen jener des Glases und des Stahles in der Mitte liegt.

Die Ausbrüche flüssiger Laven stehen mit dieser Theorie nur in scheinbarem Widerspruche. Dieselben können wir an der Hand derselben ebenso ungezwungen als treffend erklären, wenn wir uns eine an einzelnen Stellen eintretende plötzliche Aufhebung des Druckes vorstellen. Dann wird das bis dahin feste Erdinnere plötzlich flüssig und dringt empor. Die plötzliche Aufhebung des Druckes kann aber sehr leicht durch die Bildung von Spalten, durch in große Tiefen reichende Verwerfungen erfolgen, und damit steht ferner im Zusammenhange, daß alle Vulcane auf großen Bruchlinien der Oberfläche auftreten.

Ganz merkwürdige und speciell für den Bergmann interessante Aufschlüsse über das Erdinnere hat man aber erhalten, als man daran ging, die Dichte des Erdkörpers zu bestimmen. Es zeigte sich hierbei, daß dieselbe nach den sehr genauen Untersuchungen von Cornu 5·56, nach jenen Jolly's, welche nach einem von dem ersten etwas abweichenden Verfahren ausgeführt wurden, 5·692 beträgt, d. h. die Erde ist 5·56 beziehungsweise 5·692 Mal so schwer als eine gleich große Kugel Wasser. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der zugänglichen Theile der Erdkruste ergab aber nur im Mittel die Zahl 2·7, die allermeisten gebirgsbildenden Gesteine besitzen eine Dichte, welche geringer ist als 3, und selbst der Magneteisenstein weist noch eine geringere Dichte auf, als jene des gesammten Erdballes beträgt.

Da nun aber ein so gewaltiger Unterschied in der Dichte der Materialien von der Oberfläche der Erde einerseits, und des Erdballes als Ganzes andererseits nachgewiesen ist, so drängt dies logischerweise zu dem Schluß, daß das Erdinnere aus Körpern von sehr hohem specifischen Gewichte, also aus Metallen besteht. Und da diese Differenz so auffällig groß ist, könnte man sogar annehmen, daß gerade die schwersten Körper, welche uns überhaupt bekannt sind, das Erdinnere bilden: die edlen Metalle.

Hierbei ist allerdings ein Umstand nicht in Rücksicht gezogen, den wir aber oben schon erwähnt haben, nämlich der enorme Druck, der auf den Massen im Erdinnern lastet; unter demselben ist es wohl möglich, daß nicht nur feste Körper, sondern sogar Gase ein derart hohes specifisches Gewicht erlangen können.

Gegen diese letztere Annahme spricht aber eine Entdeckung, welche wir dem berühmten Polarforscher Nordenskjöld verdanken. Derselbe berichtete nämlich im Jahre 1870, daß er an der Küste der grönländischen Insel Disko zwei riesige Blöcke aus metallischem Eisen, welches im gediegenen Zustande nur höchst selten auf der Erde angetroffen wird, gefunden habe; der eine Block wog nach Berechnungen 21.000, der andere 8000 Kgr., überdies befanden sich in der Nähe des Fundortes zwei Basaltgänge, von denen der eine Stücke gediegenen Eisens eingeschlossen enthielt, und außerdem war das Gestein noch mit feinen Eisentheilchen durchsetzt. Zur Erklärung dieser Entdeckung konnten nur zwei Möglichkeiten herangezogen werden, entweder man nahm an, es seien dies die Trümmer eines Meteoriten, mit deren Zusammensetzung sich große Aehnlichkeit zeigte, oder aber es habe der Basalt, ein Eruptivgestein ersten Ranges, bei seinem Austritte aus dem Erdinnern Stücke von gediegenem Eisen losgerissen. Weitere Beobachtungen, welche von Steenstrup an Ort und Stelle vorgenommen wurden, ergaben, daß die letztere Annahme die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, und wir können daher diesen Fund als eine Bestätigung des Satzes ansehen, daß sich thatsächlich im Innern der Erde große Massen von Metallen im gediegenen Zustande befinden.

— —

Wir haben nun die Erde verfolgt durch alle Stadien ihres Werdens, und wir haben sie in ihrem jetzigen Zustande kennen gelernt. Dabei hatten wir Gelegenheit, den unendlichen Scharfsinn zu bewundern, welchen der Mensch anzuwenden weiß, um in die tiefsten Geheimnisse der Natur einzudringen und deren Schleier zu lüften. Denn nimmer rasten kann des Menschen Geist! Was heute noch Geheimniß war, ein Gedanke, der aufblitzt im Kopfe des Forschers, kann schon morgen strahlendes Licht verbreiten. Und was uns heute als technisch unmöglich scheint, morgen schon kann es gelöst sein. Der Forschungstrieb, der dem Menschen innewohnt, die stete Frage nach dem »Weshalb«, sie wird auch immer neue Nahrung finden: Denn wenn die Lösung einer Frage gelungen — zehn weitere stellen sich ein. In dieser Beziehung ist die Erde und die Natur im Allgemeinen unerschöpflich, und für den Forscher bleibt sie ewig jung. Wie sagt doch W. Jordan?

»Natur ist immer noch beim Wiegenliede
Und in ihr wohnt der alte Kinderfriede,
Derselbe Friede, der sie nie verläßt,
Bis bei dem allgemeinen Todtenfest
Die Erd' herabstürzt aus dem Sternenreigen
Hinunter in die Nacht und ew'ges Schweigen.
Nur in des Menschen Brust und Haupt, da ranken
Und wogen ewig andere Gedanken.«

Bergbau.

Bergbau und Bergwerke.

GLÜCK AUF

E. Petrovits gez.

100234





. . . Da unten ist es wie in einer Kirche feierlich. Wo Gold und Silber in der Erzstufe gewonnen wird, da ist Friede. Erst wenn Menschenhand über Tage ihren Stempel draufgedrückt, beginnt der Krieg der Leidenschaften . . . .

»Auf der hohen Rast.«

Jenen Zeitpunkt, in welchem der Mensch das erstemal auf der Bildfläche der Erde erscheint, um von da ab über sie und ihre Schätze zu herrschen, können wir nicht mit Sicherheit bestimmen. Der Umstand aber, daß wir bei dem Menschen der Diluvialzeit eine relativ hohe Stufe der Entwicklung annehmen müssen, legt die Vermuthung nahe, daß seine Vorfahren schon in der Tertiärzeit gelebt haben mögen, denn wie bei allen anderen Lebewesen der Erde, wo wir dies deutlich ersehen können, müssen wir auch bei dem Menschen annehmen, daß er erst nach und nach sich entwickelte und in jeder Beziehung vervollkommnete.

Wie dem aber auch sei, so viel steht fest, daß der erste Mensch ein zum Erbarmen hilfloses Geschöpf gewesen sein muß, welches nur mit Mühe und Noth seinen Lebensunterhalt decken konnte, und dem die verschiedenen Thiere seiner Epoche entschieden gefährlicher gewesen sind als er ihnen. Die Noth macht aber erfinderisch, und gerade in ihr, in dem Streben, sich einerseits gegen die vielfachen Feinde zu schützen, und sich andererseits leichter in den Besitz der zur Fristung des Lebens unumgänglich nöthigen Dinge zu setzen, haben wir die Triebfeder zur Weiterentwickelung zu sehen.

Zunächst kam wohl der Selbsterhaltungstrieb zur Geltung, und er führte zur Verfertigung und Anwendung von Waffen, die da unterstützen mußten, wo sich der Hände Kraft als zu gering erwies. Zu deren Anfertigung stand aber nichts Anderes zur Verfügung als Stein, und so wurden auch die ersten Mittel zur Vertheidigung aus Stein hergestellt. In erster Linie dienten diesem Zwecke wohl solche Steine oder Gesteinstrümmer, welche mit spitzen Ecken oder scharfen Kanten versehen waren; bald lernte der Mensch aber auch Steine selbst in roher Weise zu bearbeiten und diesen eine als Waffe oder Werkzeug taugliche Form zu geben, was natürlich nur wieder unter Anwendung anderer, härterer Gesteine erfolgen konnte.

Um als Waffe oder Werkzeug zu dienen, ist aber nicht jeder Stein gleich geeignet, er muß in erster Linie eine gewisse Härte besitzen, muß sich aber auch nicht allzu schwer bearbeiten lassen; beide Eigenschaften finden sich im Feuersteine vereint, und derselbe wurde daher von den prähistorischen Menschen auch vielfach verwendet. Splitter dieses Materiales, wie sie durch Zertrümmern größerer Stücke erhalten werden, dienten als Pfeil- oder Lanzenspitzen, größere Stücke mit scharfer Schneide, welche vermöge des muscheligen Bruches des Feuersteines leicht entsteht, wurden als Messer verwendet. Ueberdies wurde, allerdings erst in einer späteren Periode, dem rohen Behauen der Feuersteine noch durch systematisches Bearbeiten nachgeholfen und hierdurch Stücke von sehr regelmäßiger Gestalt und manchmal auch äußerst zierlicher Arbeit hergestellt, wie wir dies an Pfeil- und Lanzenspitzen, die in großer Zahl gefunden wurden, sehen können.



Schleifstein zur Bearbeitung von Steingeräthen. Zu Seite 103.

Die günstigen Eigenschaften des Feuersteines brachten es mit sich, daß er ein gesuchter Artikel wurde. Man begnügte sich nicht mehr mit jenen Stücken, welche auf der Oberfläche der Erde gefunden wurden, und welche wahrscheinlich sich auch bald zur Deckung des Bedarfes als zu gering erwiesen, man fing vielmehr an, systematisch den Feuerstein aufzusuchen und ihn aus der Tiefe der Erde zu holen. Und damit war der Anfang zu bergmännischer Thätigkeit gegeben. Dem Menschen genügte nicht mehr das, was Mutter Erde ihm auf ihrer Oberfläche bot, er drang in ihre Tiefen ein, und das Erste, wonach er strebte, war nicht Gold, nicht Silber, noch Erze, die für ihn werthlos gewesen wären, da er noch nicht gelernt hatte sie zu verarbeiten, sondern Feuerstein, aus welchem er sich Waffen und Werkzeuge herstellte.

Es ist durchaus keine bloße Vermuthung, daß die erste bergmännische Thätigkeit des Menschen dem Feuersteine gewidmet war, vielmehr beweisen dies direct verschiedene Funde, welche in dieser Hinsicht gemacht wurden. Hauptsächlich Frankreich ist reich an solchen Stellen, ja wir haben sogar allen Grund anzunehmen, daß der Feuerstein sowohl im Rohen, als auch in Form ganz oder theilweise fertiggestellter Stücke ein wichtiger Tausch- und Handelsartikel war; man kannte auch sogar schon

das Princip der Arbeitstheilung, indem an einzelnen Stellen die Steinbeile nur im rohen Zustande ausgearbeitet, an anderen dagegen auf Schleifsteinplatten zugerichtet und polirt wurden. Solche Platten mit becken- oder furchenförmigen Vertiefungen, die auf langen Gebrauch deuten, wurden ebenfalls in großer Anzahl gefunden, ferner sehen wir auch, daß an verschiedenen Orten wechselnde, aber immer einer Erzeugungsstätte eigenthümliche Formen solcher Werkzeuge hergestellt worden sind.

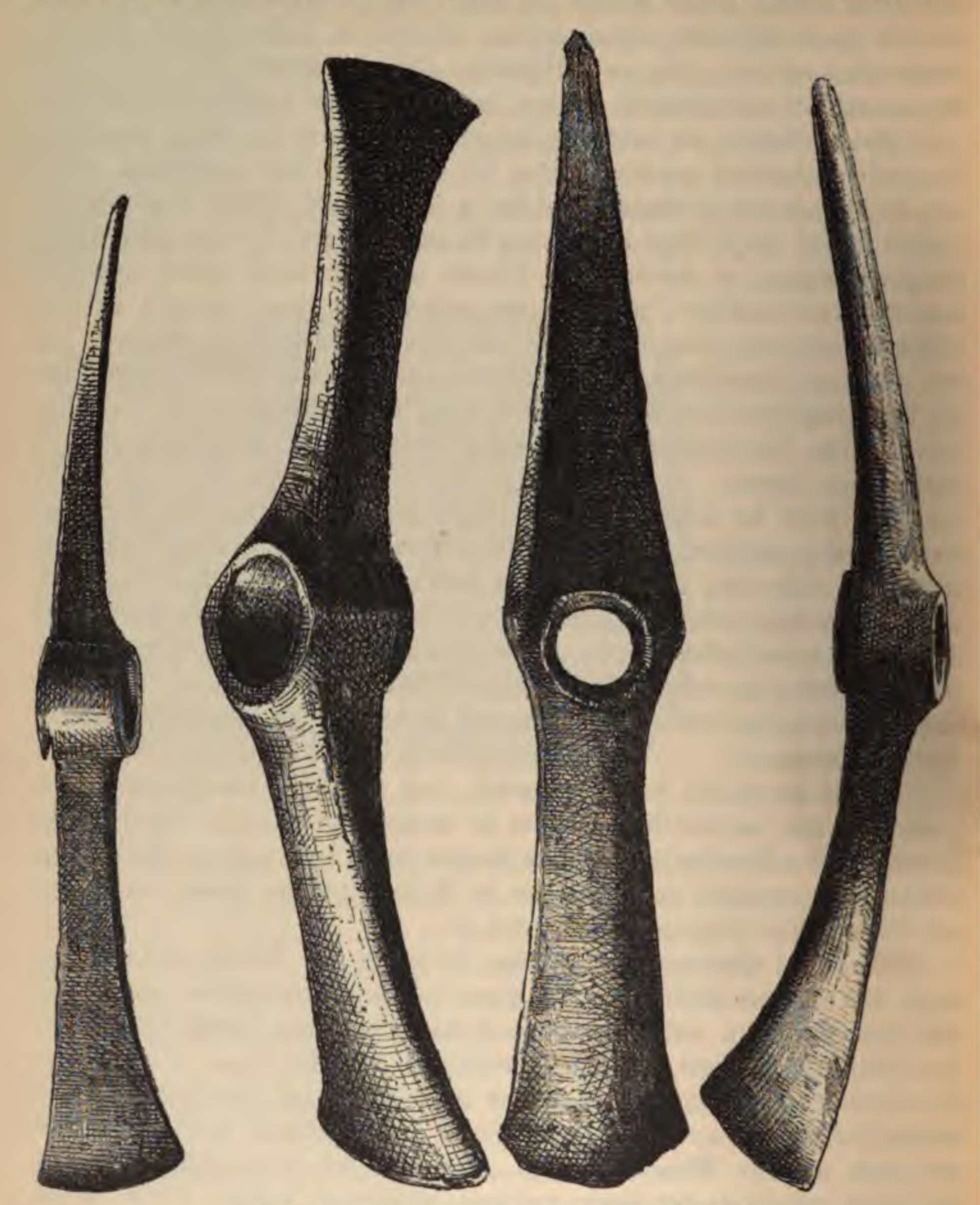
Solche Stätten, an welchen in bergmännischer Weise die reichen Lager von Feuerstein ausgebeutet wurden, fanden sich an vielen Orten Frankreichs, ferner auch in Belgien und in England, welches in seiner Kreide vielfach Feuerstein eingebettet enthält. Diese ersten und ältesten Bergwerke zeigen alle mehr oder minder die gleiche Anlage, es wurden tiefe Schachte getrieben, welche häufig nicht vollkommen vertical verliefen; man ging eben einerseits dem Feuersteine nach, andererseits wich man allzu harten Schichten aus, denn wir dürfen nicht vergessen, daß diese Bergwerke ebenfalls nur mit Steinwerkzeugen betrieben werden konnten. An der Mündung sind diese Schächte in der Regel etwas breiter als in der Tiefe, man gab eben dem Erdreiche eine natürliche Böschung, um es hierdurch vor dem Einsturze zu sichern.

Am Fuße der Schächte wurden schmale Stollen angelegt; um deren Zusammenbruch zu verhüten, pflegte man schmale Pfeiler des Gesteines stehen zu lassen, welches die Decke trug. In diesen Stollen fand man auch die Werkzeuge noch vor, welche Verwendung gefunden hatten; es waren hauptsächlich Beile und Hämmer aus Stein, neben diesen fanden sich aber auch schaufelförmige Geräthe aus Hirschgeweih, die zur Bewältigung des lockeren Erdreiches gedient hatten. Die Spuren der Arbeit mit diesen Geräthschaften lassen sich noch deutlich an den Wänden und der Decke dieser Stollen erkennen.

Es ist ferner nicht daran zu zweifeln, daß auch schon das Feuersetzen angewendet wurde, um das Gestein mürbe zu machen und es leichter bewältigen zu können. An den Rändern der Schächte konnten ferner auch noch die Rinnen und Furchen wahrgenommen werden, welche die Seile eingerieben hatten, mit welchen das Materiale zu Tage gefördert worden ist.

Die ersten Werkzeuge und Waffen, deren sich der Mensch bediente, und welche ihm eine gewisse Ueberlegenheit gegen seine Feinde verschafften, waren somit aus Stein verfertigt, und dieser Umstand hat einer langen Epoche, welche man als Steinzeit bezeichnet, den Namen verliehen. Auch der Stein, und zwar der Feuerstein, war das erste Product, welches bergmännisch und systematisch gefördert wurde. Auf der Suche nach diesem damals so kostbaren Stoffe wurde der Mensch aber auch mit den Metallen bekannt. Und zwar war es zunächst das Kupfer, das häufig gediegen in der Natur vorkommt, welches er benützen lernte. Allem Anscheine nach wurde der Mensch aber auch schon frühzeitig mit der Kunst vertraut, das Kupfer aus seinen Erzen abzuscheiden, wenigstens weisen hierauf verschiedene Funde von Kupferbergwerken und Schmelzstätten aus prähistorischer Zeit hin. So

wurde ein solches Kupferbergwerk auf dem Mitterberge bei Bischofshofen in Salzburg in einer Höhe von 1500 Metern aufgedeckt. Die alten Gruben standen ganz unter



Kupferne Streitäxte aus Serbien, 1/2 n. Gr. Zu Seite 106.

Wasser; in denselben hatten sich jedoch alle zurückgebliebenen Objecte, auch das Holz, ungemein gut erhalten. Seiner großen Weichheit wegen konnte jedoch das

Kupfer selbst nur in beschränktem Maße als Werkzeug dienen; die Funde in diesen Gruben lassen daher auch erkennen, daß es hauptsächlich noch immer Werkzeuge aus Stein waren, welche hier in Verwendung standen, auch das Feuersetzen wurde vielfach angewendet. Eiserne Werkzeuge wurden hier überhaupt nicht gefunden, wie denn überhaupt das Eisen erst in einer viel späteren Zeit bekannt wurde, dann aber rasch die Alleinherrschaft unter den Metallen, soweit sie zur Herstellung von Werkzeugen oder Waffen dienten, erlangte.



Steinkistengrab aus der Bronzezeit Spaniens. Zu Seite 106.

In dieser Periode, welcher diese Kupfergruben angehörten, war die Kunst des Bergmannes jedoch schon bedeutend vorgeschritten, wenn sie auch, den vorhandenen Mitteln gemäß, noch auf recht primitiver Stufe sich befand. Wir sehen hier, daß schon Vorsorge getroffen war, die Ansammlung des Wassers zu verhindern; dieses wurde mittelst hölzerner Rinnen nach außen geführt, den Verkehr in den Strecken vermittelten Leitern und roh gearbeitete Stiegen, Gerüste dienten um die Stollen zu erhöhen, das Erz wurde in hölzernen Trögen gesammelt und mittelst Haspeln ans Tageslicht gezogen. Zur Beleuchtung dienten Fackeln, welche aus Pech und Pflanzenfasern verfertigt waren.

Ferner wurde auch eine Reihe von Schmelzöfen aufgedeckt, in deren unmittelbarer Nähe sich beträchtliche Schlackenmassen fanden. Die Zerkleinerung der

Erze fand in eigenen Pochwerken statt, wo sie mittelst Steinschlägeln und größeren Pochsteinen auf steinernen Unterlagsplatten erfolgte.

Wie begreiflich, konnte das Kupfer jedoch nur eine beschränkte Anwendung finden, da es sich für die meisten Zwecke als zu weich erwies. Man kann deshalb nicht, wie etwa von der später folgenden Bronzezeit oder von der Steinzeit, auch von einer besonderen Kupferzeit sprechen, vielmehr finden wir das Kupfer am Ausgange der jüngeren Steinzeit, also neben Geräthen aus Feuerstein dort angewendet, wo es eben seine Eigenschaften zulassen, und dies war mehr zu Waffen als zu Werkzeugen möglich. Dagegen wurde es vielfach zur Anfertigung von Schmuckgegenständen gebraucht, wozu es sich auch gut seiner Hämmerbarkeit und seiner schönen Farbe wegen eignete.

Einen besonderen Aufschwung nahm der Bergbau aber erst, als die Bronze, diese bekannte Legirung aus Kupfer und Zinn, die sich durch große Härte auszeichnete, bekannt wurde. Nach diesem Materiale, welches die ausgedehnteste Anwendung fand, pflegt man eine große Epoche die Bronzezeit zu benennen. Viel später wurde dann erst das Eisen bekannt, welches bald die erste Stelle unter den Metallen einnahm.

Aber erst in dem Augenblicke, in welchem der Mensch mit der Gewinnung und Bearbeitung des Eisens vertraut wurde, hatte er jene Stufe erreicht, von welcher aus die weitere culturelle Entwicklung des Menschengeschlechtes nur mehr eine Frage der Zeit war. Das Eisen lieferte die Sichel und den Pflug, es lieferte aber auch das Schwert, mit dem die Cultur in die fernsten Länder getragen wurde. Das Eisen ermöglichte die kühnen Bauten der Neuzeit und es hat die Völker nähergebracht, indem auf schimmernden Geleisen eiserne Colosse die Continente durcheilen. Das Eisen ermöglichte die Herstellung widerstandsfähiger und zweckmäßiger Werkzeuge und ohne Eisen hätte Watt niemals die Dampfmaschine bauen können. Beide sind aber unerläßliche Hilfsmittel des modernen Bergbaues und somit war es abermals das Eisen, welches hier fördernd eingriff und steten Fortschritt brachte. Nicht Gold noch Silber haben die Menschen reich und glücklich gemacht, sondern einzig und allein die Metalle, und unter diesen in erster Linie das Eisen, diese gaben die Mittel und bildeten die Grundfesten, auf welchen unsere moderne Cultur ruht.

Wir dürfen uns aber nicht vorstellen, daß diese vier wichtigsten culturgeschichtlichen Perioden, die Stein-, Kupfer-, Bronze- und Eisenzeit gegeneinander scharf begrenzt sind, und an allen Orten der Erde zu gleicher Zeit begannen und endigten. Vielmehr sehen wir und haben es auch schon erwähnt, daß die einzelnen Perioden ineinander übergreifen, daß neben Geräthen aus Stein und Kupfer nach und nach solche aus Bronze auftreten, immer zahlreicher werden und schließlich Stein und Kupfer vollständig verdrängen. Ebenso erscheint auch das Eisen nicht plötzlich, sondern auch dieses mußte sich erst nach und nach das Terrain erobern, was wohl nicht sagen will, daß man es anfangs nicht nach Gebühr zu schätzen

verstanden habe, sondern wohl in erster Linie auf den Umstand zurückgeführt werden muß, daß es relativ schwierig aus seinen Erzen abzuscheiden ist, daß es also anfangs selten war und erst mit steigender Erfahrung in größeren Mengen gewonnen wurde.

Wie Kupfer, Zinn und Eisen nicht zu gleicher Zeit bekannt wurden, so gilt dies auch von den anderen Metallen, und die Ursache dieses Umstandes ist, daß eben auch die Entwickelung des Bergbaues nicht bei allen Völkern in gleicher Weise erfolgte. Wenn wir daher die Geschichte des Bergbaues überblicken, so sehen wir, daß zu gleichen Zeiten das Bergwesen sich bei den verschiedenen Völkern auf ganz verschiedener Stufe der Entwickelung befand, und dies glich sich erst aus, als durch regen Verkehr der Völker untereinander an einer Stelle gemachte Entdeckungen und Erfahrungen bald überall bekannt wurden. Aber auch in dieser Beziehung wurde vielfach Geheimnißkrämerei betrieben, und mancher Bergmann oder Hüttenwerksbesitzer hütete ängstlich sein Geheimniß oder das, was er als wichtige Entdeckung betrachtete. Wir werden noch Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen.

Im Nachstehenden wollen wir es nun versuchen, die geschichtliche Entwickelung des Bergbaues zu schildern. Es sei hier zunächst darauf hingewiesen, daß derselbe fast ebenso alt ist, wie das Menschengeschlecht selbst. Wenn uns aus der Zeit seiner Anfänge auch keine Namen von Völkern oder Personen erhalten sind, so müssen wir uns diesen Umstand doch immer vor Augen halten, und mit einem gewissen Stolz kann jeder Bergmann sagen, daß er ein Gewerbe ausübt, welches schon durch sein ehrwürdiges Alter geadelt erscheint.

Neben den schon erwähnten Kupferbergwerken in Salzburg wurden ähnliche Gruben, die ebenfalls nur mit Stein- oder Kupferwerkzeugen betrieben worden sind, im Ural gefunden; hier hat man aber wenigstens schon eine Muthmaßung, wer dieselben angelegt, man schreibt diese Arbeiten einem untergegangenen Volke, den Tschuden, zu. Diese kannten aber neben dem Kupfer auch schon das Gold, worauf Schmuckgegenstände hinweisen, die man in ihren Grabhügeln fand. Wenn auch die Tschuden mangels geeigneter Werkzeuge ihre Thätigkeit nur in sehr weichem Gesteine ausüben konnten und somit in mancher Hinsicht in der vollen Entfaltung ihres Könnens beschränkt waren, so muß man doch andererseits die Sachkenntniß bewundern, mit welcher sie zu Werke gingen und reiche Lager aufzufinden verstanden. All die Ueberreste von Bergwerken, welche sich in einem großen Theile Rußlands bis weit nach Norden vorfinden, müssen diesem Volke zugeschrieben werden, und in der Folge hat man oft schon, als durch Peter dem Großen der Bergbau in Rußland zur neuen Blüthe gebracht worden war, diese von den Tschuden stammenden Halden- und Pingenzüge als Wegweiser benützt, und ist auf reiche Erzlagerstätten gestoßen, wie dies beispielsweise am Schlangenberge im Altai zutraf.

Von den Phönikern und Aegyptern wissen wir mit Bestimmtheit, daß bei ihnen der Bergbau schon früh in hoher Blüthe stand, daß sie also feine Bedeutung

wohl zu würdigen wußten. Schon 3000 Jahre v. Chr. waren die Aegypter in Oberägypten und auf der Sinaihalbinsel bergmännisch thätig, beziehungsweise ließen sie die reichen Gruben durch Sclaven, Sträflinge und gefangene Feinde ausbeuten. Die Phöniker ihrerseits dürften von den Aegyptern Manches gelernt haben, auch brachten sie selbst den Bergbau auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit und wurden zu Lehrmeistern anderer Völker. Nachweisbar verpflanzten sie ihre Errungenschaften nach Griechenland, Italien, Spanien und Portugal, und der Phöniker Kadmos legte am Pangäos in Thrakien Gold- und Silberbergwerke an. Auch Athen verdankte seine Machtentfaltung nahezu ausschließlich dem Ertrage seiner Bergwerke im Lauriongebirge, welche Silber, Blei, Kupfer und Galmei lieferten.

In weitaus größerem Maßstabe als die Griechen betrieben die Römer den Bergbau, und auf ihren Eroberungszügen mögen sie viel zu dessen Verbreitung beigetragen, beziehungsweise dort, wo Bergbau schon betrieben wurde, denselben auf eine höhere Stufe gehoben haben. Denn so weit unsere Kenntniß der damaligen Zeit reicht, müssen wir zugestehen, daß die Römer schon manche Verbesserung und Vervollkommnung im Bergwerksbetriebe zur Anwendung brachten. Sie benützten beispielsweise besondere Wasserhebevorrichtungen, richteten Ventilationsanlagen ein, um den Stollen frische Luft zuzuführen; neben dem schon aus früherer Zeit bekannten Feuersetzen zur Lockerung der Gesteine wendeten sie aber auch dort, wo dies die Umstände zuließen, das Quellungsvermögen des Holzes in der Weise zur Loslösung der Gesteine an, daß in dieses Holzkeile eingetrieben und nachher mit Wasser begossen wurden, ein Verfahren, welches sie aller Wahrscheinlichkeit nach den Aegyptern abgelauscht hatten, die sich desselben bedienten, um die mächtigen Colosse, aus welchen die Sphynxe und Obelisken gehauen wurden, loszutrennen.

Dies ist aber auch das einzig erfreuliche, was wir dem Bergwerksbetriebe der Römer nachsagen können. Sie trieben den schmählichsten Raubbau und verwendeten nur Kriegsgefangene und Verbrecher, welche mit der größten Grausamkeit behandelt wurden, zu den Arbeiten in ihren Bergwerken. Ueberhaupt wurde die Verwendung in den Bergwerken der Todesstrafe gleich geachtet, ein Umstand, der deutlich genug angiebt, in welcher Weise die Bergwerke betrieben worden sind. Sehr beliebt waren bei den Römern die sogenannten Krummhälsestrecken, schmale, kaum 60 Cm. hohe Stollen, in welchen die Arbeiter, auf der Seite liegend, das Gestein losbrechen mußten. Noch heute findet man vielfach Ueberreste und Spuren solcher Bergwerke aus römischer Zeit in Spanien, Frankreich und England; auch in Deutschland, in Ungarn, sowie in den österreichischen Alpenländern hatten sie nach werthvollen Erzen geschürft und auch das Gold gesucht, so stand das Goldbergwerk auf der Rauris schon zur Zeit der römischen Herrschaft in Betrieb.

Mit dem Zerfalle des römischen Reiches verfiel auch der Bergbau, den die Römer nach den verschiedensten Ländern verpflanzt hatten, namentlich war dies

in jenen Gegenden der Fall, welche von der Völkerwanderung berührt worden sind. Nur in den Gegenden des Rheins, am Thüringer- und Frankenwald, sowie im Fichtelgebirge und Böhmerwalde überdauerte der Bergbau diese Stürme, und dies hauptsächlich durch die Begünstigungen, welche ihm von Seite der Fürsten und Mächtigen des Landes zu Theil wurde.

Denn bis zur Zeit der fränkischen Könige stand es Jedermann frei, auf seinem Grund und Boden nach Erzen zu schürfen; diese erst erkannten richtig den Werth und die Bedeutung des Bergbaues, beanspruchten die Belehnung mit Bergwerken und Schürfberechtigungen als ein ihnen zukommendes Recht und ließen erstere durch ihre Landvögte und andere Beamte bewirthschaften. Vasallen, welche sich der besonderen Gunst erfreuten, wurden mit Berg- und Salzwerken belehnt, eventuell wußte man sie durch Entziehung dieses Lehens empfindlich zu bestrafen.

Das älteste Document, welches uns über eine solche Belehnung Nachricht giebt, stammt aus dem Jahre 833; es berichtet, dass Kaiser Ludwig der Fromme dem Abte Corvey das Recht zugestand, Salzwerke zu betreiben. Die zweite Belehnung empfing das Kloster Berg, und zwar auf alle Metalle und Mineralien, durch Kaiser Heinrich V. im Jahre 1122. Der erste Herzog, der in seinem Lande vom Kaiser mit dem Bergregal belehnt wurde, war Ludwig von Bayern. Später erhielten es auch die meisten deutschen Fürsten, und demnach ist das deutsche Bergregal als ein durch Schenkung der Kaiser an die Souveräne übergegangenes Hoheitsrecht zu betrachten, welches diese dann wieder in kleineren Antheilen an ihre Untergebenen unter der Bedingung abtraten, daß der zehnte Theil des Gewonnenen an sie abgegeben werden mußte.

Eine interessante Rolle in der Geschichte des Bergbaues spielen die Italiener oder vielmehr die Venetianer, welche im XII. Jahrhundert und auch noch später häufig nach Deutschland kamen, um hier nach Gold und Silber zu schürfen. Wir können es als gewiß annehmen, daß sie manche eingehendere Kenntniß besaßen, als sie damals landläufig war, und daß sie wohl an der Hand geologischer Merkmale im Stande waren, reiche Erzlager aufzufinden. Weil sie aber eben häufig mit Glück thätig waren und sich aus wohlberechneter Speculation mit einem gewissen Nimbus und Geheimnißthuerei umgaben, kamen sie, was uns heute nicht verwundern darf, bald in den Geruch der Zauberei und wurden mit großem Respecte und Ehrfurcht angesehen. In der deutschen Bergmannssage haben sich diese »Venediger«, wie sie allgemein genannt zu werden pflegten, bis auf unsere Tage erhalten, und so manches Märchen führt des Langen und Breiten aus, daß sie thatsächlich zaubern konnten. So führten sie Bergleute, die ihnen Gutes erwiesen, im Schlafe nach Venedig und wieder zurück; sie besaßen Spiegel, in welchen sie die in der Tiefe verborgenen Schätze erblickten, und auch sonst verübten sie manche Zauberei, und in der Regel erging es dem schlecht, der sie bei ihrer Thätigkeit zu belauschen versuchte. Wenn wir den letzteren Umstand von

dem Geranke der Sage befreien, so müssen wir annehmen, daß sie eben die von ihnen aufgefundenen ergiebigen Lagerstätten nicht preisgeben wollten und sich eventuell mit Gewalt unliebsame Gäste vom Leibe hielten. Aus demselben Grunde ersannen sie auch, wie mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, manches Märlein von bösen Zauberern, Kobolden und Berggeistern, um die ansässige Bevölkerung selbst von weiteren Nachforschungen abzuhalten.

Gewöhnlich zeigten sich die Venediger nur in unscheinbarer Tracht, häufig kamen sie auch als Mönche gekleidet und irrten tage- und monatelang in den Bergen umher. Viele kehrten auch regelmäßig jedes Jahr an dieselbe Stelle zurück.

Ein häufig in den von den Venedigern handelnden Sagen vorkommende Wendung ist die, daß sie gegen die Einwohner äußerten, sie wüßten noch lange nicht, was alles in ihren Bergen stecke, oder der Stein, welchen sie nach der Kuh würfen, sei mehr werth als diese selbst. Dies alles deutet darauf hin, daß sie thatsächlich beachtenswerthe geologische und mineralogische Kenntnisse besessen haben müssen und den Werth der Gesteine besser zu würdigen wußten, als die ansässiige Bevölkerung.

Unter den vielen Sagen, welche von den Venedigern handeln, wollen wir zwei besonders charakteristische hervorheben:

»Es ist einmal ein Venediger gewesen, der wurde in Clausthal zum Steiger gemacht. Wenn die Leute nach Hause zu gehen wünschten, ließ er sie sogleich gehen, weil er alle Arbeit für sie that. Wegen seiner Nachsichtigkeit mit den Bergleuten erhielt er viele Strafen und deshalb beschloß er, wieder nach Venedig zurückzukehren. Er entließ alle seine Leute, behielt nur den Anschläger und fragte, ob er mit ihm wolle, was dieser bejahte. Da stiegen sie miteinander ins Gesenke, wo die Tonnen hineingehen, und der Steiger besetzte die ganzen Löcher soweit, daß sie losgehen mußten, um den Stollen zu nichte zu machen. Sein Zorn war so groß, daß er mit dem Stollen auch noch einen Bergmann, der da arbeitete, in die Luft sprengte, wiewohl der Anschläger um dessen Leben bat. Da frühstückten sie miteinander und dann gings immer im Felsen entlang und überall war der schönste Weg. Als sie lange genug gegangen waren, kamen sie ins Venedigerland, in einen großen schönen Garten bei des Steigers Haus. Dem Anschläger gefiel es da sehr gut.

Als er aber eine Zeit lang dagewesen war, fragte ihn der Steiger, ob er wieder einmal nach dem Harze wolle. Er sagte, das wolle er gern, nahm sein Grubenlicht und nun gingen sie wieder immer im Felsen entlang. Weil in den Bergen alles eingestürzt war, konnte er sich von da an nicht mehr zurecht finden wo sie gefrühstückt hatten, und der Steiger brachte ihn deshalb ganz aus den Felsen heraus. Dann ging er zurück nach dem Venedigerland. Als der Anschläger aber nach Clausthal kam, kannte ihn da Niemand mehr, und seine Frau und seine Kinder waren auch nicht mehr dort. Da wurden die alten Bücher nachgeschlagen

und da stand, daß dieser Bergmann vor einigen hundert Jahren verschwunden war. Er aber hatte geglaubt, nur einige Jahre im Venedigerland gewesen zu sein.«

Die andere Sage lautet wie folgt:

»Einmal kamen Venediger zu einem Manne und fragten ihn, ob er die und die Klippe am Brocken kenne, und als er es bejahte, hießen sie ihn, sie dorthin zu führen. Als sie nun auf der Klippe waren, schlug der eine mit einer eisernen Ruthe auf den Stein. Da that sich die Klippe von einander, und nun nahmen sie von dem Lehm, der darunter lag, füllten ihre Ränzel damit und fragten den Mann, ob er auch etwas davon haben wolle. Er aber sagte, davon habe er zu Hause genug. Darauf zog jener seine Flöte heraus und fing an zu blasen. Da kamen aus allen Ecken der Klippe Schlangen hervor, und immer mehr kamen und immer mehr. Sie aber sagten, es sei immer die rechte noch nicht. Endlich, zuletzt, kam eine, die hatte eine Krone auf dem Kopfe, und das, sagten sie, sei die rechte. Da fingen sie dieselbe und schlugen ihr den Kopf ab. Einer von ihnen holte eine Pfanne heraus, darin wurde sie gebraten. Darnach verzehrten sie die Schlange und fragten den Mann, ob er auch was davon wolle. Er aber schlug es aus. Darauf pflückten sie ein paar gelbe Blumen, die umherstanden, und gaben sie ihm. Und nun schlug der eine mit der eisernen Ruthe wieder auf die Klippe, und diese that sich wieder zu. Als der Mann nach Hause kam, waren die Blumen eitel Gold, und da merkte er denn, daß das wohl auch kein gewöhnlicher Lehm gewesen sein möge, der unter der Klippe lag und es gereute ihn doch, nicht davon genommen zu haben.«

Wie hier die Sage die Thatsache, daß häufig Venetianer in die bergbautreibenden Districte Deutschlands gekommen sind, verwerthet und ausgeschmückt hat, so bringt sie uns auch manche Kunde über die Entdeckung reicher Erzlager überhaupt. Wir können dann aus der Sage lernen, und dies um so mehr, als wohl selten sich Märchen und Ueberlieferungen in solcher Reinheit erhalten haben, wie gerade jene, welche den Bergbau betreffen. Es hängt dies mit der Abgeschlossenheit des Bergmannes zusammen, vielfach aber auch mit dem Umstande, daß ganze Geschlechter und Familien sich ausschließlich dem Bergbaue widmeten, so daß also, was der Großvater dem Sohne erzählte, dieser nahezu unverändert auch dem Enkel mittheilte.

So berichtet die Sage, daß das berühmte Silberbergwerk zu Joachimsthal in der Weise gefunden wurde, daß der Wind einen Baum umgeworfen hatte, in dessen Wurzelgeflecht sich reiche Erzstufen vorfanden.

Der Rammelsberg verdankt seinen Namen folgendem Umstande:

Als sich Kaiser Otto der Große einmal auf der Harzburg bei Goslar befand, ritt einer seiner Jäger, Namens Ramm, aus auf die Jagd. Auf diesem Ritt kam er an den Berg, der nachher den Namen Rammelsberg erhielt und auch jetzt noch führt. Das Dickicht war aber so stark, daß er mit seinem Pferde, nicht hindurch konnte. Er band es daher an einem Baume fest und setzte seinen

Weg zu Fuß fort. Das Pferd aber, dem sein Herr wohl zu lange ferne weilte, wurde ungeduldig und begann die Erde mit seinen Hufen wegzuscharren. Als dann Ramm nach einigen Stunden zurückkehrte, war er hoch erstaunt, unter den Hufen seines Rosses die reichsten Erzstufen hervorblinken zu sehen, die dieses durch sein Scharren von dem deckenden Rasen entblößt hatte.

Er theilte unverzüglich seinem Herrn, dem Kaiser, diese wunderbare Entdeckung mit, worauf Kaiser Otto aus Frankenland Bergleute kommen ließ, die hier den Bergbau einrichten mußten. Zur Erhaltung des Andenkens an Ramm erhielt der Berg den Namen Rammelsberg.

Auch aus diesen und vielen ähnlichen Sagen können wir lernen. Sie zeigen uns, daß in früheren Zeiten die meisten ergiebigen Fundstätten dem Zufalle ihre Entdeckung verdankten. So ist es bald ein Pferd, welches mit seinen Hufen Erzgänge bloßlegt, bald ein Wagen, dessen gesperrtes Hinterrad die Erde wegschiebt. Oder aber die Sense des Schnitters fühlt plötzlich heftigen Widerstand, und es zeigt sich, daß sie aus der Erde hervorstehende Silberfäden (drahtförmiges gediegenes Silber) abgeschnitten hatte. Diese Erscheinungen sind in Gegenden, welche noch von keinem bergbautreibenden Volke besucht worden sind, ganz erklärlich und finden sich unter Umständen auch heute noch vor. Solche aus der Erde hervorstehende Gebilde von Edelmetallen kommen in der Weise zu Stande, daß das Gestein, in welches sie eingebettet lagen, im Laufe der Zeit der Verwitterung anheimfiel, während das Edelmetall derselben widerstand.

In jenen Ländern aber, welche längere Zeit hindurch von bergbautreibenden Völkern bewohnt wurden, haben diese an der Erdoberfläche liegenden Schätze bald willige Abnehmer gefunden, und um nun auf den Bergsegen zu stoßen, mußte tiefer gegangen werden. Was also der Zufall dem Menschen in die Hand gespielt, erweckte dessen Bedürfniß, und diesem Umstande ist die Entstehung des eigentlichen Bergbaues zuzuschreiben.

Nach dieser Abschweifung, die uns jedoch nöthig erschien, um zu zeigen, wie wir auch aus der Ueberlieferung Schlüsse ziehen können, wollen wir wieder zu unserem eigentlichen Thema zurückkehren.

Wir haben die Thätigkeit der Venediger besprochen, welche ungefähr im XII. Jahrhunderte ihren Anfang nahm. Neben diesen waren aber auch die Czechen durch ihre berg- und hüttenmännische Kunst berühmt. Sie bewohnten die Gemarkungen des heutigen Böhmens und trieben dort im Böhmerwalde reichen Bergbau auf Gold, Silber und Edelsteine, sie förderten aber auch große Mengen von Blei, Kupfer und Zinn. Ueberhaupt erlangten sie durch ihre Kunstfertigkeit bald großes Ansehen, und vielfach kamen sie in die Lage, auch an anderen Orten ihre Thätigkeit auszuüben. Insbesondere verpflanzten sie dieselbe nach dem Erzgebirge und dem Harze, und in manchem, heute noch in der Bergmannssprache gebräuchlichen Worte können wir die czechische Wurzel entdecken. Dies ist beispielsweise bei dem häufig gebrauchten Ausdrucke Zeche für Grube, oder Zechenhaus für

Schachthaus der Fall, wo also das Bergwerk überhaupt mit einem Orte, an welchem Czechen thätig sind, identificirt wurde. Ob die Ableitung anderer Worte, wie z. B. Schlacke von slaky, oder Draht vom czechischen drat zutreffend ist, ob nicht vielmehr das deutsche Wort von den Czechen übernommen wurde, mag dahingestellt bleiben.

Vom XII. Jahrhunderte angefangen nahm der Bergbau nicht nur in Deutschland, sondern überhaupt in ganz Europa einen mächtigen Aufschwung, der andauerte, bis der dreißigjährige Krieg auch hier lähmend eingriff. Allerdings waren es in erster Linie die Edelmetalle, welche zu dieser Zeit die wichtigsten Objecte des Bergbaues bildeten, alle anderen Metalle besaßen, entsprechend der niederen Stufe der Technik und somit der geringen Nachfrage nach ihnen, nur eine untergeordnete Bedeutung. Auch die mit der Entdeckung Amerikas verbundene Erschließung mächtiger Lager von Edelmetallen vermochte nicht dem blühenden Bergbaue Europas zu schaden, im Gegentheile war dies der Anstoß zu weiterer Entfaltung desselben. Dies findet seine natürliche Erklärung darin, daß mit der Entdeckung der neuen Welt sich Handel und Verkehr bedeutend entwickelte, daß eine große Nachfrage nach Zahlmitteln entstand, und daß endlich viele und wesentliche Verbesserungen im Bergwerksbetriebe Eingang fanden, durch welche nicht nur die Production gesteigert, sondern auch die Productionskosten erheblich verringert wurden. Es gilt dies in erster Linie von der Entdeckung des Schießpulvers und dessen Einführung als Sprengmittel. Wir brauchen uns nur zu vergegenwärtigen, wie es heute aussehen würde, wenn wir des Pulvers und der Sprengmittel überhaupt entbehren müßten, um uns deutlich vorstellen zu können, welche Revolution auf bergmännischem Gebiete diese Entdeckung Berthold Schwarz' hervorgerufen haben mag. Allerdings dauerte es auch hier eine gewisse Zeit, bis das Sprengmittel allgemein angewendet worden ist — wurde es doch anfangs in gleicher Weise wie die Buchdruckerkunst



Georg Agricola (1494—1555). Zu Seite 114.

Anstatt aber die Lehren dieses seine Zeitgenossen hoch überragenden Forschers zu beachten, anstatt dort, wo er aufgehört, weiterzubauen, hörte man lieber auf Charlatane und Phantaste, welche sich alle möglichen Entdeckungen und Künste zuschrieben, damit aber nichts Anderes bezweckten, als den Leuten das Geld aus der Tasche zu locken. Daß unter solchen Umständen der Bergbau im Allgemeinen sowie seine wichtigsten Hilfswissenschaften: Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie gar keine Fortschritte aufzuweisen hatten, ja daß vielmehr die schon aufgefundenen Wahrheiten in dem Wuste von Aberglauben, alchymistischen Formeln und Geisterbeschwörungen untergingen, liegt auf der Hand.

Besser wurde es in dieser Hinsicht erst, als die Chemie in die modernen Bahnen einzulenken begann, als die exacte Forschung an Stelle blinder Speculationen trat, und man nicht mehr die Kunst, unedle Metalle in edle zu verwandeln, als das Ziel der Chemie ansah. Nun folgte bald Entdeckung auf Entdeckung, und hauptsächlich waren es zunächst die Metalle, welche einem eingehenden Studium unterzogen wurden. Bald kam die Chemie dem Bergbau zu Hilfe, indem sie neue Methoden zur rationellen Verarbeitung vieler Erze lehrte und auch viele Erze, welche bis dahin als werthlos galten, zu hohem Ansehen brachte.

Einen weiteren und sehr bedeutenden Aufschwung nahm der Bergbau jedoch erst wieder in dem Augenblicke, als durch die Einbürgerung der Dampfmaschine das Eisen eine Bedeutung erlangte, welche ihm bis dahin niemals zu Theil geworden war. Wohl wurde es gewonnen, jedoch nur in sehr geringem Maße, und die Kohle wurde als nahezu werthlos angesehen. Mit einem Schlage wurde dies jedoch anders, als das Jahrhundert der Dampfmaschine und der Eisenbahnen anbrach. Die stete Nachfrage nach Eisen, welche von Tag zu Tag eine Steigerung erfuhr, brachte den Bergbau zu neuer Blüthe, und die Verbesserungen im Bergwerksbetriebe stammen zumeist aus dieser Zeit. Zur Ausgestaltung der modernen Bergwissenschaften hat jedoch der Kohlenbergbau das Meiste beigetragen, er steht heute noch in erster Linie, und wir werden deshalb diesem Zweige des Bergbaues unser besonderes Augenmerk zuzuwenden haben. Daneben soll jedoch der Erzbergbau, der älteste aller Zweige des Bergwesens, nicht zu kurz kommen, und wir werden diesen auch zunächst in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Vorher haben wir aber noch verschiedene andere Dinge, welche für den Bergbau von allgemeiner Bedeutung sind, zu besprechen.

Wir haben nun in großen Zügen geschildert, in welcher Weise sich das Bergwesen von den bescheidensten Anfängen bis auf unsere Tage entwickelt hat, und welche Factoren hierin eine Rolle gespielt haben. Der gewaltige Unterschied zwischen Einst und Jetzt wird uns aber noch deutlicher werden, wenn wir direct eine Parallele ziehen zwischen Bergwerken zur Zeit der römischen Herrschaft und den mit allen technischen Hilfsmitteln unserer Tage ausgestatteten Gruben.

Zunächst müssen wir hervorheben, daß damals selbst das geringste Werkzeug nicht jene Vollkommenheit besaß, welche wir ihm heute zu geben im Stande

sind, daß beispielsweise die Kunst, das Eisen zu härten, nur wenig bekannt war, daß das Feuersetzen und Keiltreiben die einzigen Mittel waren, das Gestein zu lockern oder loszulösen, und daß endlich überhaupt alle damals angewendeten technischen Hilfsmittel nur wenig zur Unterstützung der Handarbeit beizutragen vermochten. Dem entsprechend beschränkte man sich nur darauf, Stollen von sehr



A Umlaufrad, B Spillen, C zweifache Kette, D Ring der zweifachen Kette, E Paternosterwerk, F einfache Kropen, G auf drei Orten verbrochene Kropen.

Aus Georg Agricola's »Vom Bergwerk«, 1557. Zu Seite 114.

geringen Dimensionen zu treiben, Wasserhaltungs- und Ventilationsanlagen standen nur in sehr beschränktem Maße in Verwendung. Die Beleuchtung erfolgte mittelst Fackeln oder kleiner Oellampen, die Förderung einzig und allein durch Menschenkraft. Auch die Grubensicherung wurde nur wenig angewendet, Ausmauerung dürfte überhaupt nur höchst selten in Anwendung gekommen sein. Die Arbeit in den Gruben selbst verrichteten Sclaven und Sträflinge, auch Kriegsgefangene wurden in die Bergwerke geschickt. Von einem systematischen Vorgehen konnte keine Rede sein; hauptsächlich waren es nur die Edelmetalle, auf welche geschürft wurde. Des-

gleichen lag auch die Verarbeitung der geförderten Erze sehr im Argen, ein deutlicher Beweis hierfür ist, daß in neuerer und neuester Zeit solche alte Schutt- und Schlackenhalden wiederholt mit großem Erfolge abgebaut und neuerdings verarbeitet worden sind.

Wie ganz anders in unserer Zeit, wo sich der Bergbau aller Hilfsmittel der Technik und der Wissenschaften bedient! Gewaltige Wasserhebevorrichtungen besorgen die Wegschaffung der Grubenwässer, für die Zuführung frischer Luft wird in ausreichendem Maße Sorge getragen und die modernen Sprengmittel erleichtern nicht nur die Arbeit des Häuers, sondern sie ermöglichen auch eine Vermehrung der Production, wie sie seinerzeit undenkbar war. Welche Sorgfalt wird heute auf die Sicherung der Gruben verwendet, ja wie hat sich selbst die Grubenlampe verbessert, und nun wird auch diese nach und nach durch das gefahrlose elektrische Licht verdrängt. Desgleichen erfuhren die Methoden der Aufarbeitung der Erze viele namhafte Vervollkommungen. Eine eigene Wissenschaft ist heute die Hüttenkunde geworden und die Anwendung gewisser chemischer Processe, unter welchen die elektrochemischen die erste Stelle einnehmen oder doch in kürzester Zeit einnehmen werden, gestattet es, die geringsten Theile eines Metalles aus dem Muttergesteine herauszulösen.

Die Römer ließen ihre Bergwerke von Sclaven und Sträflingen betreiben, heute sind es freie Männer, welche den Fäustel schwingen, und wenn auch unter diesen an vielen Orten leider das tiefste Elend herrscht, so muß es uns wenigstens ein wenn auch schwacher Trost sein, daß man doch zugiebt, es sei unbedingt nöthig, das Los dieser modernen Sclaven in den Kohlengruben nach Möglichkeit zu mildern.

Während in den ersten Anfängen der Bergbau in der Regel nur mit der Absicht betrieben wurde, edle Metalle, in erster Linie Gold und Silber, zu gewinnen, und die Förderung technisch wichtiger Metalle, wie Eisen, Kupfer, Blei, Zinn u. s. w., entsprechend dem geringen Bedarfe erst in zweiter Linie erfolgte, hat sich mit dem Fortschreiten der Technik und der Chemie dieses Verhältniß wesentlich verschoben. Theils wurden neue Metalle entdeckt, welche bald hohe technische Bedeutung erlangten, wie Platin, Nickel, Kobalt u. s. f., theils lernte man Erze, welche anfangs werthlos schienen, in rationeller Weise verarbeiten und die in ihnen enthaltenen Metalle gewinnen. Damit hat aber auch der Erzbergbau wesentlich an Umfang zugenommen, und gerade die technisch wichtigen Erze beziehungsweise Metalle sind es heute, welchen die erste Rolle zukommt.

Die edlen Metalle, welche als Werthmaßstab dienen, verdanken ihren Werth nur ihrer Seltenheit und der relativen Schwierigkeit, sie zu gewinnen. Gold, welches nach der augenblicklichen Lage ungemein hoch im Preise steht, findet nahezu überhaupt keine Anwendung in der Technik, wenn wir von den geringen Mengen, die in der Photographie, zum Vergolden, zur Herstellung künstlicher Gebisse ꝛc. Verwendung finden, absehen. Zu allen diesen Zwecken ließe sich das

Gold aber leicht durch andere Metalle ersetzen, oder wird theilweise schon durch diese ersetzt. Das Gold ist also ein Metall, welches füglich entbehrt werden könnte, ohne daß hierdurch der Menschheit ein besonderer Verlust erwüchse, denn dann würde eben ein anderer seltener Stoff als Werthmaßstab verwendet werden. Ausgedehntere Verwendung findet schon das Silber, welches aber in der jüngsten Zeit in Folge der gesteigerten Production ungemein im Preise gefallen ist. Das Platin gehört ebenfalls zu den edlen Metallen, ist aber für die Technik, sowie für den Chemiker von solcher Wichtigkeit geworden, daß es heute einen unentbehrlichen Bedarfsartikel bildet. Ja man kann sogar behaupten, daß die chemische Wissenschaft nimmer den heutigen Stand hätte erreichen können, wenn ihr das Platin als Körper von eminenter Widerstandskraft gegen die verschiedensten Agentien nicht zu Gebote gestanden wäre.

Auch das Quecksilber wird in der Regel zu den edlen Metallen gerechnet, und dies wohl in erster Linie aus dem Grunde, da es ebenfalls theilweise im gediegenen Zustande, d. h. als Metall, vorkommt. Jedoch wird es ausschließlich nur mit Rücksicht auf seine große Verwendbarkeit in den verschiedensten Industrien gewonnen, und nicht deshalb, weil es relativ selten ist und immerhin hoch im Preise steht.

Mit dieser kurzen Aufzählung haben wir die Reihe der Edelmetalle aber erschöpft. Wohl kommen auch andere im gediegenen Zustande vor, wie das Kupfer und das Blei, doch ist dieses Vorkommen verhältnißmäßig selten, dagegen sind Kupfererze, Bleierze, überhaupt alle Arten von Erzen, aus welchen das betreffende Metall erst durch besondere hüttenmännische Operationen gewonnen werden muß, jene Form, in welcher diese Metalle und überhaupt alle, welche hohe technische Bedeutung besitzen, in der Regel gefördert werden; die meisten derselben sind in gediegenem Zustande überhaupt noch nicht aufgefunden worden.

Dieses verschiedene Vorkommen der Metalle ist auf ihre chemischen Eigenschaften zurückzuführen. Während beispielsweise das Gold und Platin überhaup nur sehr geringe Neigung besitzen, sich mit anderen Stoffen zu verbinden, welchem Umstande sie auch die Bezeichnung »Edelmetalle« verdanken, gehen alle anderen mit größerer oder geringerer Leichtigkeit Verbindungen ein, welche als Erze bezeichnet werden. Die einzigen Metalle, welche überhaupt keine Erze in diesem Sinne bilden, sind das Gold und das Platin; es ist daher nicht correct, von Gold- und Platinerzen zu sprechen und darunter Gesteine zu verstehen, welche Gold beziehungsweise Platin in metallischem Zustande eingeschlossen enthalten. Jedoch schon das dritte Edelmetall, das Silber, macht hier eine Ausnahme. Wenn auch gediegenes Silber in der Natur vorkommt, und mitunter ganz gewaltige Mengen an einer und derselben Fundstelle gefördert wurden, so kommt es doch der Hauptsache nach in Verbindung mit anderen Stoffen, vornehmlich mit Schwefel, Arsen, Antimon, Tellur, Chlor u. s. w., vor. Das Gleiche gilt vom Kupfer, welches ebenfalls in gediegenem Zustande auftritt, dessen Hauptmenge aber in Form von Erzen gefunden wird.

Die Erze sind also chemische Verbindungen der Metalle mit verschiedenen Stoffen. Die einfachste derselben und gleichzeitig eine solche, welche nicht selten vorkommt, ist die Vereinigung des Metalles mit Sauerstoff, diese Verbindung wird im Allgemeinen als Oxyd bezeichnet. So ist das Eisen im Eisenglanz und Rotheisenstein als Oxyd, im Magneteisenstein als Oxyduloxyd vorhanden, Brauneisenstein und Gelbeisenstein sind Eisenoxydhydrat. Auch das Kupfer kommt als Sauerstoffverbindung vor, das Rothkupfererz ist Kupferoxydul. Für die Gewinnung des Zinns hat nur das Zinnerz oder der Zinnstein Bedeutung, welcher aus Zinnoxyd besteht.

Ein weiterer Stoff, mit welchem viele Metalle in den Erzen verbunden sind, ist der Schwefel. Solche natürlich vorkommende Schwefelverbindungen der Metalle pflegen häufig als »Glanze« bezeichnet zu werden. So besteht das Glaserz, Schwarzgiltigerz oder Silberglanz aus Silber und Schwefel, der Kupferglanz ist Einfach-Schwefelkupfer und in Verbindung mit Schwefelantimon bildet das Kupfer den Kupferantimonglanz. Zinnober ist ebenfalls eine Schwefelverbindung, und zwar Schwefelquecksilber.

Häufig sind auch Verbindungen der Metalle mit Arsen. Das lichte Rothgiltigerz ist Arsen-Silberblende, der Speißkobalt enthält Kobalt und Arsen u. s. w. Das in Verbindung mit vielen Erznamen vorkommende Wort »-giltig« bezeichnete in der alten Bergmannssprache ein Erz, welches bei der Verarbeitung reichen Ertrag abwarf, welches also etwas galt. Der Name wurde beibehalten, wenn er auch in diesem Sinne heute alle Bedeutung verloren hat, da es in vielen Fällen der Chemie möglich war, Mittel und Wege anzugeben, um Erze, mit denen man früher ihrer Zusammensetzung wegen überhaupt nichts anfangen konnte, mit großem Vortheile zu verhütten.

Erze, welche Kohlensäure als wesentlichen Bestandtheil enthalten, werden vielfach als »Spathe« bezeichnet. So ist der Eisenspath oder der Spatheisenstein, welcher in Steiermark (Eisenerz) geradezu gebirgsbildend auftritt, kohlensaures Eisenoxydul oder Eisencarbonat, desgleichen das Blackband, ein neben Steinkohle vorkommender schwarzer Eisenstein, der hauptsächlich in England, Belgien und Westfalen gewonnen und verarbeitet wird. Manganspath ist kohlensaures Mangan und als Kupferspath könnte man füglich den Malachit bezeichnen, er ist kohlensaures Kupferoxyd, welches 8% Wasser enthält, doch dieser Ausdruck ist nicht gebräuchlich. Aehnlich in der Zusammensetzung ist dem Malachit die Kupferlasur, ein in prachtvoll blauen Krystallen vorkommendes Kupfererz, welches aus Kupferoxydhydrat und kohlensaurem Kupferoxyd besteht.

Mit dieser Aufzählung haben wir natürlich weder die überhaupt vorkommenden, noch die technisch wichtigen Erze erschöpft, wir wollten nur zeigen, in welcher Mannigfachheit dieselben in der Natur vorkommen. Wir werden jedoch bei Besprechung der Verarbeitung der Erze noch Gelegenheit nehmen, diese Aufzählung

zu vervollständigen und dort auch noch nähere Aufschlüsse über die Zusammensetzung, Eigenschaften und Verhüttung dieser Erze geben.

Von besonderem Interesse für den Bergmann wie auch für den Geologen wäre es zu wissen, welchen Ursachen und Umständen die Erze selbst ihre Entstehung verdanken. Leider vermag aber die Wissenschaft über diesen gewiß hochinteressanten Punkt nur Vermuthungen auszusprechen, eine für alle Fälle giltige Erklärung konnte noch nicht aufgestellt werden. So viel ist jedoch gewiß, daß manche Erze als Ablagerungen aus dem Wasser, in welchem sie gelöst waren, anzusehen sind, wie z. B. der Brauneisenstein, doch kann keineswegs diese Bildungsweise für alle Erze angenommen werden. Jedenfalls müssen wir aber dann schließen, daß sich schon zu jener Zeit, als sich die Erde noch im flüssigen Zustande befand, die Erze durch die ganze Masse derselben vertheilt fanden und daß unter besonderen Umständen die Erzmasse an einzelnen Stellen dichter abgelagert worden ist. Zur Erklärung der Entstehung der Erzgänge, von welchen noch ausführlich die Rede sein wird, reicht diese Annahme jedoch durchaus nicht aus, vielmehr müssen hier ganz andere Kräfte und Vorgänge im Spiele gewesen sein.

Die erste Theorie über die Bildung der Gänge wurde von Werner aufgestellt, sie wird gewöhnlich als Descensionstheorie bezeichnet. Werner nahm nämlich an, daß die durch Austrocknung der Gesteine oder durch Erdbeben entstandenen Spalten durch von oben her eindringende Flüssigkeiten, welche gewisse Stoffe gelöst enthielten und dann langsam verdunsteten, ausgefüllt wurden. Der allgemeinen Giltigkeit dieser Theorie widersprachen jedoch Herder und Breithaupt, sie nahmen vielmehr an, daß neben der Infiltration die Bildung der Gänge auch andere Ursachen haben könne, so die concretionsartige Herausbildung der Gänge gleichzeitig mit dem Nebengesteine, die Zufuhr des Gangmaterials durch Auslaugung des Nebengesteines (Lateralsecretion) und endlich die Bildung der Gänge durch aufsteigendes Material aus der Tiefe (Ascensionstheorie). Im letzteren Falle kann die ausfüllende Substanz sowohl im gelösten Zustande durch aufsteigende Quellen, als auch feurig-flüssig oder gasförmig in die Gänge gelangt sein. Für jene Gesteinsgänge, welche mit Eruptivgestein erfüllt scheinen, ist in Hinblick auf die Analogie mit der vulcanischen Thätigkeit wohl die Entstehung durch Ascension im feurig-flüssigen Zustande mit voller Sicherheit anzunehmen, andere steinsartige Aggregate sind aber ebenso wie viele Mineral- und Erzgänge aller Wahrscheinlichkeit nach durch Lateralsecretion gebildet worden. Die Löslichkeit vieler früher für unlöslich gehaltener Stoffe (Quarz, Flußspath, Schwerspath u. s. w.), der freilich auf Spuren beschränkte Gehalt gesteinsbildender Mineralien an den in den Gängen concentrirten Elementen beziehungsweise Metallen, die Neubildung von Zeolithen und Schwefelmetallen in Ablagerungen der Mineralquellen, die Abhängigkeit der Gangarten und der Erzführung von der Natur des Nebengesteines, so daß bei Gängen, welche verschiedene Gesteinsarten durchsetzen, an der Grenze des Ueberganges ein Wechsel in der Beschaffenheit des Materials ein-

tritt, alle diese Umstände lassen die Bildung der Gänge durch Lateralsecretion als sehr wahrscheinlich erscheinen. Dabei ist aber die Mitwirkung von aufsteigenden Quellen und jene der Exhalationen, also Ascension, nicht zu unterschätzen; ist doch auch das großartige Beispiel fortgesetzter Gangbildung in der Jetztzeit, die Quecksilber- und Schwefellagerstätte von Sulphurbank in Californien, nur auf eine combinirte Zusammenwirkung von aufsteigenden Quellen und Exhalationen, Auslaugung des Nebengesteines und Wirkung versinkender Wasser zurückzuführen.

Die Sulphurbank, welche in dem großen Thermen-Solfataren- und Suffionengebiet, welches sich in der californischen Küstenkette am Fuße des 1500 Meter hohen vulcanischen Bergkegels Uncle Sam ausdehnt und vom Clear Lake umschlossen wird, bildet ein ausgedehntes, aus stromartig ausgebreitetem Trachyt bestehendes Lager, welches die hier aufsteigenden heißen Quellen und Exhalationen von Wasserdampf, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff nach allen Richtungen durchziehen, bevor dieselben an die Oberfläche gelangen. Hier setzen sich nun Adern von Opal, Chalcedon, Schwefel, Zinnober und bituminösen Substanzen ab. Dies erfolgt auf einer Fläche von über 56.000 Qm. und erstreckt sich auf eine Tiefe von rund 10 Metern, es ist also eine gewaltige Masse, welche hier der bergmännischen Abbaue unterzogen werden kann und auch seit dem Jahre 1874 unterzogen wird.

Wie wir aus dieser Darstellung ersehen können, ist die Entstehung der Erzlagerstätten durchaus nicht auf eine Ursache zurückzuführen, vielmehr ist dieselbe den verschiedensten Umständen und deren Zusammenwirken zuzuschreiben und ebenso verschiedenartig wie etwa ihre mineralogische Zusammensetzung, ihr geologischer Bau oder ihr Alter. Aus diesem Grunde ist es auch nur schwer möglich, eine für alle Verhältnisse passende Eintheilung der Erzlagerstätten zu treffen, gewöhnlich gruppirt man sie der Form nach zunächst in plattenförmige Erzlagerstätten und in stockförmige. Beide unterscheiden sich nur nach der Richtung der größten Ausdehnung, denn während die plattenförmigen Lagerstätten sich bei geringer Mächtigkeit hauptsächlich in horizontaler Richtung entwickeln, zeigen die stockförmigen annähernd die gleichen Dimensionen nach allen Seiten.

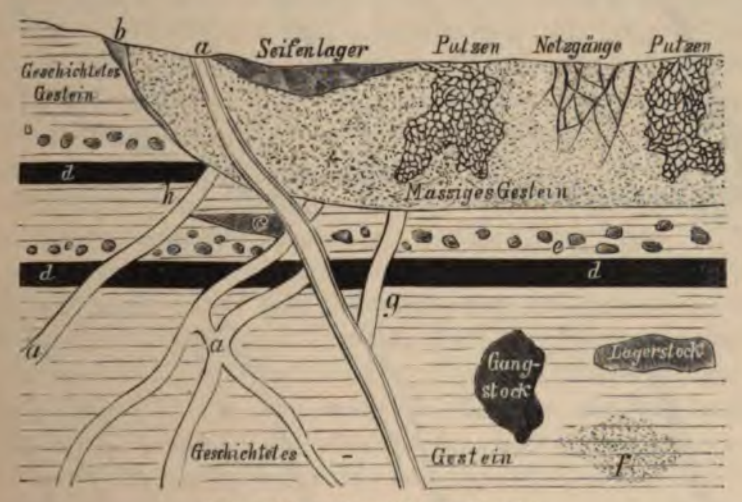
Eine weitaus eingehendere Gruppirung ist aber durchführbar, wenn man von dieser mehr oder minder zufälligen Abgrenzung der Erzlagerstätten absieht, dafür aber auf ihre Verbandsverhältnisse und die Entstehungsweise Rücksicht nimmt; man spricht dann von Erzlagern und Erzgängen.

Den sie umschließenden, meist durch Sedimentation entstandenen Gebirgsgliedern liegen die Erzlager in der Regel parallel, sie zeigen daher im Allgemeinen auch das Verhalten von Gebirgsschichten und sind somit auch mit Rücksicht auf ihre Entstehung jünger als die unterlagernde, dagegen älter als die auflagernde Schicht. Demnach zeigen sie auch große Aehnlichkeit mit den Lagerstätten der Steinkohle und sie werden daher auch als Flötze angesprochen. Solche Ablagerungen von Erzen sind nicht gerade selten; in Zinnwald im Erzgebirge wird der

Ausdruck »Flötz« für die im Granit eingelagerten, flachen, gangartigen Lagerstätten von Zinnstein angewendet.

Die Erzlager stellen in dieser Form jedoch nicht immer eine zusammenhängende Schicht dar. Häufig tritt der Fall ein, daß nur kleinere Mengen der Erze in directem Zusammenhange stehen, jedoch ist eine größere Anzahl solcher »Sphäroide« in einer Ebene zerstreut. Desgleichen können Verwerfungen, hervorgerufen durch spätere Spaltenbindung und Verschiebungen im Niveau, den ursprünglichen Zusammenhang des Flötzes nachträglich unterbrechen und vollständig aufheben.

Die Erzgänge sind nichts anderes als ausgefüllte Spalten im Gebirge, welches sie unabhängig von dessen Schichtung durchziehen und sich somit als

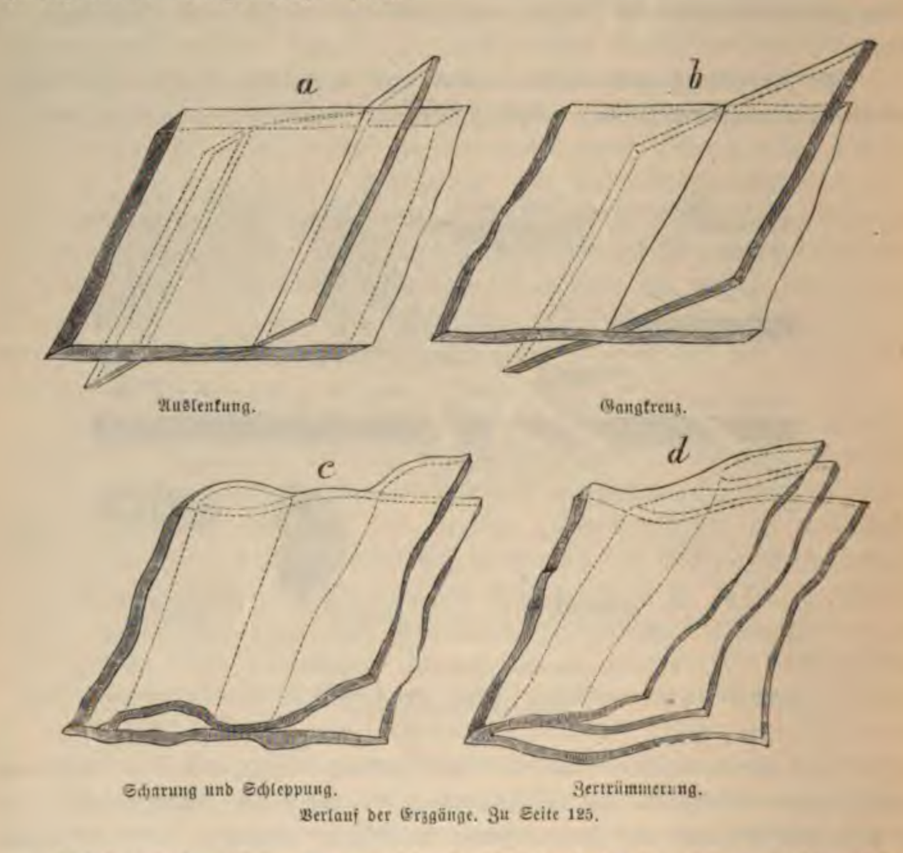


Erzlagerstätten (schematisch). Zu Seite 122.
a Gänge, b Contact-, c Lagergang, de Flötze, f Imprägnation, g Verwerfung eines Ganges, h Verwerfung eines Lagers.

selbständige Gebirgsglieder erweisen. Die Spalten, welche auf diese Weise ausgefüllt werden, verdanken ihre Entstehung in der Regel den Spannungen, welche in Folge der Gebirgs- und Faltenbildung im Gesteine auftraten. In vielen Fällen ist die Ursache aber auch in der Austrocknung sedimentärer Gebirge und der Abkühlung vulcanischer Gesteine zu suchen.

Die Erzgänge sind stets jünger als das Gestein, in welchem sie aufsetzen; sie erscheinen nur höchst selten vereinzelt, in der Regel treten sie in größerer Anzahl auf und ziehen dann entweder annähernd parallel, oder aber sie sind strahlenförmig beziehungsweise netzförmig angeordnet. Ihre Mächtigkeit unterliegt sehr großen Schwankungen; während einzelne Erzgänge nur die Stärke eines dünnen Cartons erreichen, finden wir andererseits Hauptgänge, deren Mächtigkeit mehrere Meter beträgt und dazwischen alle denkbaren Uebergänge. In gleicher Weise ist

auch eine große Verschiedenheit bezüglich der Ausdehnung dieser Gänge nach der Tiefe zu bemerken. Manche verschwinden schon sehr bald, andere aber konnten bis auf eine Tiefe von über 1000 Meter verfolgt werden, ohne daß damit ihr Ende erreicht worden wäre. Dies ist beispielsweise bei dem mächtigen Erzgange im Albertischachte zu Przibram der Fall, und die Bergmannssprache hat auch für diese sehr willkommene Erscheinung einen eigenen Ausdruck, sie sagt, der Gang setze sich in die »ewige Teufe« fort.



Auslenkung. Gangkreuz.

Scharung und Schleppung. Zertrümmerung.

Verlauf der Erzgänge. Zu Seite 125.

Bei der hohen Bedeutung, welche der Verlauf der Erzgänge auf die größere oder geringere Rentabilität eines Bergwerkes ausübt, ist es begreiflich, daß man dieser Erscheinung seit jeher die größte Aufmerksamkeit entgegenbrachte und deshalb besitzt auch die Bergmannssprache eine namhafte Anzahl von Ausdrücken, welche sich auf diese Verhältnisse beziehen. Wir wollen im Nachstehenden noch einige derselben erwähnen.

Die Mächtigkeit der Erzgänge ist durchaus nicht an allen Stellen die gleiche; wird ein Gang mächtiger, so »thut er sich auf«, dagegen kann er sich bis zur »Verdrückung« verengen. Dabei »gabeln« sich die Spalten oft in ihrem Verlaufe,

häufig vereinen sie sich nach einiger Zeit wieder, ihr Ende »keilt sich bald aus«, bald zertheilt es sich in kleinere Spalten, es »zertrümmert«.

Der Verlauf der Erzgänge ist meist gerade oder doch nur wenig gekrümmt, der Bergmann spricht im Allgemeinen nur vom »Streichen der Gänge«. Selten kommt es vor, daß sie »einen Haken schlagen«, d. h. daß sie in einem spitzen Winkel plötzlich in eine andere Richtung umbiegen. Gänge mit einem Neigungswinkel von höchstens 15° zur Horizontalen werden als »schwebende«, solche mit einer Neigung von 15—45° als »flachfallende«, mit 45—75° als »tonnenlägige«, mit 75—89° als »steile«, und jene endlich, welche senkrecht niedersetzen, als »saigere« bezeichnet. Gänge, welche bei geringer Länge auch nur eine mäßige Tiefe erreichen, werden »Rasenläufer« genannt. Laufen mehrere Gänge nebeneinander nahezu parallel, so entsteht dadurch ein Gangzug. Oft ist der Bildung der ersten Spalten in späterer Zeit die Entstehung neuer gefolgt, treffen solche jüngere Gänge unter einem schiefen Winkel auf ältere, so »schaaren sich die ersteren den letzteren an« und folgen auf längere oder kürzere Strecken der alten Richtung; treffen sie dieselben aber unter Winkeln, welche sich mehr rechten nähern, so durchsetzen sie die alten Gänge, kreuzen sich mit ihnen, wobei in der Regel eine Verschiebung der einander kreuzenden Gänge stattfindet. Nur selten setzt der zerrissene ältere Gang in gleicher Flucht jenseits des jüngeren fort, gewöhnlich trifft man ihn erst höher oder tiefer wieder, meist in der Richtung des stumpfen Winkels, den der verworfene Gang mit dem jungen bildet. Diese Erscheinung wird als »Auslenkung« bezeichnet.

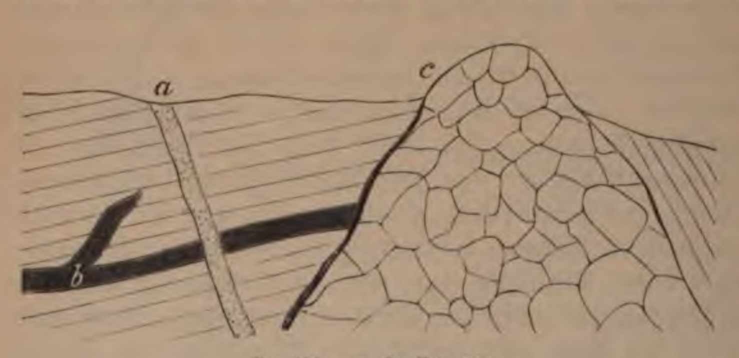
Das nutzbare Erz füllt nur selten den Gang in seiner ganzen Breite aus, vielmehr kommt es in der Regel neben verschiedenen Mineralien, wie Quarz, Kalkspath, Flußspath u. s. w., vor, welche als Gangarten bezeichnet werden. Die Vertheilung von Erz und Gangart ist jedoch durchaus keine gleichmäßige; jene Stellen, welche besonders reich an Erz sind, werden als Erzpunkte oder Erzmittel bezeichnet. Wird ein Mineralgang in seinem Verlaufe erzführend, so sagt der Bergmann, der Gang veredelt sich, hört dagegen die Erzführung auf, so wird der Gang taub.

Die Grenze zwischen dem Erzgange und dem Nachbargesteine ist in der Regel scharf, es kommt jedoch auch vor, daß die Grenzlinie zwischen dem Erze und dem Nebengesteine undeutlich wird und beide ineinander übergehen. Desgleichen ist auch häufig die Natur des Ganges je nach der Teufe, d. i. nach der verticalen Ausdehnung in die Tiefe, einem Wechsel unterworfen. Während auf den unteren Teufen die Schwefelmetalle, wie Bleiglanz auf Bleigängen, Kupferkies und Buntkupfererz auf Kupfergängen, vorherrschen, finden sich Oxyde, Phosphate, Arseniate und Carbonate zunächst am Tage, wo sie oft ganz ockerige, regellose Anhäufungen von Erzen bilden, welche eine röthlichbraune Färbung besitzen. Diese Erscheinung nennt der deutsche Bergmann den »eisernen Hut«, und ein altes bergmännisches Sprichwort sagt:

Es thut kein Gang so gut,
Er hat denn einen eisernen Hut,

womit darauf hingewiesen ist, daß, wie nämlich die Erfahrung lehrte, solche Erscheinungen oft reiche Erzgänge andeuten.

Die Beschaffenheit der Erzgänge wechselt ferner mitunter nach der Natur des Nebengesteines; so sind z. B. die Kobalterzgänge der Dyasformation meist nur, soweit sie mit Weißliegendem und Kupferschiefer in Berührung bleiben, erzreich, tiefer im Rothliegenden und höher im Zechstein geht der Erzreichthum zurück. Endlich ist der Erzreichthum der Gänge auf den Kreuzungspunkten mit anderen Gängen meist am größten. Oft sind die Gänge, zumal im geschichteten Nebengesteine, an Verwerfungen desselben geknüpft, d. h. die Nebengesteine zu beiden Seiten des Ganges passen nicht mehr aneinander; sie sind verschoben, und zwar in der Mehrzahl der Fälle derart, daß die über dem Gange lagernde Partie der Schichten, das »Hangende«, gesenkt, die darunter liegende Partie, das »Liegende«, gehoben erscheint. Dabei ziehen die Gänge oftmals treppenförmig, indem die Spalte der nächst tieferen Schichte nach einer Seite, gewöhnlich nach der Fallrichtung zu, über die der nächst höheren vorrückt.



Gangbildungen. Zu Seite 126.
a Gewöhnlicher Gang, b Lagerung, c Contactgang.

Ferner kommt bei solchen Verwerfungen gelegentlich eine Reibung der »Salbänder«, d. i. der Grenzfläche gegen das Nebengestein, eine Glättung und zugleich auch Ritzung oder Streifung vor, was als Gangspiegel oder Harnisch bezeichnet zu werden pflegt. Dann bestehen die Gänge oft zum großen Theile aus Bruchstücken und Zerreibungsproducten des Nebengesteins, die sich in eigenthümliche thonschieferartige Gesteine, sogenannte Gangthonschiefer, umwandeln können.

Gänge, welche längs der Grenze verschiedenartiger Gesteine verlaufen, werden als Contactgänge bezeichnet. Durchschneiden hingegen die Gänge die Schichten des Gebirges nicht, sondern laufen sie diesen parallel, bekunden sie aber trotzdem durch Abzweigungen (Trümmer, Apophysen), durch eingeschlossene Bruchstücke des Nebengesteins oder durch andere Merkzeichen ihre Spaltennatur und damit ihre jüngere, gangartige Bildung, so werden sie wegen ihrer äußeren Aehnlichkeit mit den Lagern als »Lagergänge« bezeichnet. Ist die Lagerstätte durch ihre Verbandsverhältnisse als Gang, durch ihre Form aber als Stock gekennzeichnet, so bildet sie einen »Gangstock«. Dagegen heißt sie »Lagerstock«, wenn die stockförmige Masse den Schichten des Gebirges entsprechend gelagert ist; ein schönes Beispiel dafür bildet der

Rammelsberg bei Goslar. — Als »Stockwerk« wird eine Gesteinsmasse bezeichnet, welche auf einem stockförmigen Raume von einem Netzwerke von Gangadern durchsetzt oder mit Erz imprägnirt ist. Wenn dagegen auf einem mehr plattenförmigen Raume eine unregelmäßig vertheilte Erzführung in dem Gesteine hervortritt, ohne daß sich ein Gang oder ein Lager als selbständige Lagerstätte abgrenzt, so wird dies als »Fahlband« oder »Fallband« oder auch als Erzzone bezeichnet.

Unter Imprägnation versteht man eine unregelmäßige sporadische Erzführung des Nebengesteins der eigentlichen Erzgänge; dieselben kommen zu Stande, wenn sich das Erz entweder durch secundäre Processe, durch allmähliche Auflösung und neuerliche Abscheidung von der primären Lagerstätte aus verbreitet, oder aber in der Weise, daß gleichzeitig auch mit der Entstehung des Erzganges eine Abscheidung des Erzes in dem umgebenden Gesteine stattgefunden hat. Für unregelmäßige Erzanhäufungen ohne bestimmt ausgesprochenen Charakter gebraucht man auch wohl die Ausdrücke »Nester«, wenn sie mit einem gewissen Zusammenhange gangähnlich in ziemliche Tiefe niedersetzen, wie manche Zink- und Bleierzlagerstätten in Rheinpreußen und Schlesien, und »Putzen-« oder »Butzenwerke«, wenn in unförmlichen, spalten- oder muldenförmigen Vertiefungen die Erzmassen angehäuft sind. Ihnen stehen sowohl mit Bezug auf das Vorkommen als auch auf die Bildungsweise die jüngsten aller Erzvorkommnisse auf der Erdoberfläche nahe, welche als Quellen- oder Raseneisenerze in manchen Gegenden für die Production des Eisens von hoher Bedeutung sind.

Unser besonderes Interesse verdienen ferner noch die sogenannten »Seifenlager«; es sind dies secundäre Ansammlungen nutzbarer Erze oder Metalle, welche durch Erosion aus den ursprünglichen Lagerstätten während der Alluvial- und Diluvialperiode hervorgegangen sind. Wir haben uns die Entstehung dieser Seifenlager in der Weise zu denken, daß durch die Gewalt des fließenden Wassers die erzführenden Gang- oder Gesteinsmassen nach und nach fortgeführt und in Thälern und muldenförmigen Vertiefungen sedimentirt wurden. In solchen Seifenlagern werden sich daher naturgemäß zunächst solche Erze vorfinden, welche in feiner Vertheilung in größeren Gebirgsmassen vorzukommen pflegen; besitzen sie ein hohes specifisches Gewicht und gleichzeitig eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Zersetzung, so wird hierbei auch eine Anreicherung an diesen werthvollen Bestandtheilen stattfinden, da sie rascher zu Boden sinken und die Gangart gewissermaßen abgeschlemmt wird. Es sind deshalb hauptsächlich die Edelmetalle, Gold und Platin, welche in größerer Menge aus erzführenden Gesteinen in diluviale oder alluviale Schichten übergegangen sind; neben diesen findet sich aber auch das schwer zersetzbare Zinnerz, und schließlich eine große Zahl höchst werthvoller Edelsteine, wie Diamant und manche andere. Das Gold und Platin, welches im Ural gewonnen wird, sowie das aus Californien, Australien und Afrika stammende Gold, endlich das Zinn von den ostindischen Inseln Bangka, Billiton und Malacca entstammt ausschließlich solchen Seifenlagern.

Wir wollen schließlich noch erwähnen, daß nach der Beschaffenheit der in einem Gange auftretenden Mineralspecies, sowohl der Gangarten als auch der Erze, verschiedene Forscher, wie Werner, Breithaupt, Herder u. A., sogenannte »Gangformationen« aufstellten. So spricht man beispielsweise von einer Titanformation, wenn die Gangmasse neben anderen Silicaten auch titansäurehältige Mineralien, wie Rutil, Anatas, Titaneisen 2c. führt, einer edlen Quarzformation, wenn in Quarz eingesprengte Silbererze vorliegen, einer edlen Blei- und Zinkformation u. s. w. In einzelnen Fällen war es möglich, an diese Gangformationen sowohl in einem und demselben Erzdistrict als auch für räumlich getrennte Gangsysteme einen Altersbegriff zu knüpfen; der Nachweis einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit in der Altersfolge der Gangformationen konnte vorläufig jedoch noch nicht erbracht werden.



Das Rammelsberger Erzlager. Zu Seite 127.
a Spiriferensandstein, b Calceolaschiefer, c Goslarer Schiefer, d Erzlager.

Wenn wir die Ausfüllung eines Erzganges betrachten, so können wir häufig, besonders dann, wenn es ein einfacher Gang ist, eine hohe Regelmäßigkeit beobachten. Beide Wände des Ganges sind dann mit aufeinanderfolgenden Krusten von Mineralien belegt, welche sich in der Mitte des Ganges bis auf einen schmalen Spalt nähern, dabei ist die Reihenfolge der einzelnen Schichten vollkommen symmetrisch. Es steht dies mit der Art und Weise der Ausfüllung der Gänge im engsten Zusammenhange, zuerst gelangte die an der Wand des Ganges befindliche Schicht zur Ablagerung, diese bildet daher den ältesten Theil des Ganges, und auf diese lagerten sich erst nach und nach die anderen Schichten auf.

Während hier der Bau verhältnißmäßig einfach ist, erscheint er wesentlich complicirter bei den zusammengesetzten Gängen. Diese bestehen aus einem vorherrschenden Ganggesteine, in welchem zahlreiche kleinere, mit Mineralien erfüllte Gänge und Trümmer in mehr oder minder unregelmäßiger Vertheilung aufsetzen. Das Ganggestein ist entweder unverändertes Nebengestein, oder es ist aus dem letzteren durch chemische Umwandlung oder mechanische Zertrümmerung hervorgegangen....

Wir haben schon an einer früheren Stelle erwähnt, daß viele ertragreiche und darunter so manches noch heute in Verwendung stehende Bergwerk dem Zufalle seine Entdeckung verdankt. Dies geschah in der Weise, daß zu Tage tretende Erze aufgefunden wurden, denen man nachging, wobei dann die Schürfenden in größeren oder geringeren Tiefen auf reiche Lager stießen. Wie aber der in größerem

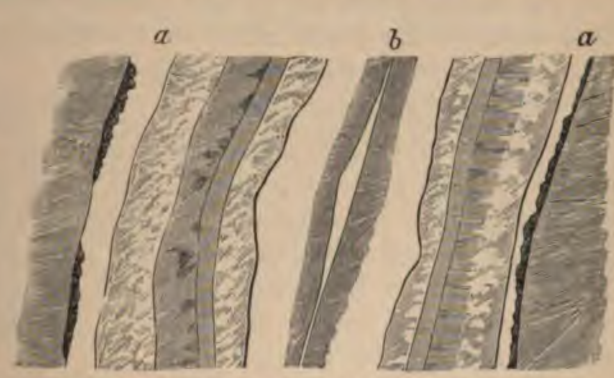
Maßstabe betriebene Bergbau befruchtend auf andere Wissenschaften, besonders auf Mineralogie und Geologie, sowie auf die Chemie einwirkte, so spornte er auch zur Beachtung der geologischen Verhältnisse an, die Auffindung gleicher Formationen diente dann den Wissenden als Anhaltspunkt und rief die Vermuthung wach, daß auch hier reicher Bergsegen zu erhoffen sei. Es bildete sich somit nach und nach und ganz empirisch eine Art Wissenschaft heraus, welche dazu diente, reiche Erzlagerstätten aufzufinden.



Zinnreifen zu Banka. 1 Granit, 2 metamorphischer Schiefer, a zinnführende Lage, b grober Sand, c Thon, d grober Sand und Lehm mit wenig Zinnerz. Zu Seite 127.

Als Anzeichen solcher konnten verschiedene Erscheinungen dienen, und das Vorkommen bestimmter Mineralien, das Auffinden von Erzen an der Oberfläche der Erde, Bau und Schichtung der Gebirge, die Beschaffenheit der Gesteine u. s. w. wurden und werden noch heute mit vollem Rechte als beachtenswerthe Anzeichen vorhandener Erzlagerstätten angesehen.

Mit der Zeit bildete sich aber eine besondere Gilde heraus, welche ihren Broterwerb darin suchte, berufsmäßig Lagerstätten von Erzen aufzudecken. Gewöhnlich waren es Bergleute, welche über gewisse praktische Erfahrung verfügten und die also aus den erwähnten Anzeichen auf das Vorkommen von Erzen in der Tiefe zu schließen vermochten. Gelang einem oder dem anderen derselben dann thatsächlich ein solcher Fund, so stand er bald in hohem Ansehen und wurde an vielen Orten zu Rathe gezogen. Die Concurrenz machte sich aber auch auf diesem Gebiete geltend, und um sich größeres Ansehen und erhöhte Glaubwürdigkeit zu verschaffen, kam bald ein findiger Kopf auf den Gedanken, sein Vermögen, Erzlagerstätten aufzufinden, nicht seinen Kenntnissen und Erfahrungen, sondern gewissen besonderen übernatürlichen Fähigkeiten zuzuschreiben. Daß sich dann bald, neben Männern, die thatsächlich genügend Erfahrung besaßen, mancher



Schnitt durch einen Gang. a Saalbänder, b Spalte. Zu Seite 128.

Taugenichts breitmachte, dem es nur darum zu thun war, den Leichtgläubigen das Geld aus der Tasche zu holen, ist begreiflich, wie auch, daß man gewisse Instrumente erfand, um mit ihrer Hilfe die Erzlagerstätten auszumitteln.

Ein Instrument, welches sich Jahrhunderte hindurch großer Beliebtheit erfreute und hoch in Ansehen stand, war die Wünschelruthe. Aller Wahrscheinlichkeit war dieselbe schon bei den Römern im Gebrauche, doch erst beiläufig um das Jahr 1000 wurde man auch in Deutschland mit diesem Instrumente bekannt, und nun wurde dasselbe häufig angewendet. Alte Chroniken berichten vielfach von dem Gebrauche und den besonderen Eigenschaften der Wünschelruthe; sie unterlassen mitunter auch nicht anzuführen, daß sie unfehlbar sei, und daß dort oder hier thatsächlich mit ihrer Hilfe Erze gefunden wurden, indem sie dreimal auf den Boden schlug. Dem dürfen wir vollen Glauben schenken, nur mit der Einschränkung, daß nicht die Wünschelruthe schlug, sondern daß sie ihr Träger schlagen ließ, und zwar dort, wo er schon aus anderen Anzeichen, wenn auch nicht die volle Gewißheit, so doch die Vermuthung geschöpft hatte, daß Erze verborgen seien. Sie bildete daher, wie wir schon oben angedeutet haben, eben auch eines jener Hilfsmittel, welcher sich erfahrene Bergleute bedienten, um ihrer Kunst eine gewisse Mystik zu verleihen, die sie in den Augen vieler Leute dann um so ehrfurchtsgebietender erscheinen ließ. Es ist dies eine ganz ähnliche Erscheinung, wie wir dieselbe bei den Venedigern kennen gelernt hatten; auch diese verfügten über gewisse bergmännische, mineralogische und geologische Kenntnisse, umgaben sich aber mit tiefem Geheimniß und sahen es nicht ungern, wenn man sie als Zauberer, oder zum mindesten doch als mit übernatürlichen Kräften begabt ansah. Auf diese Weise hofften sie ihre Funde leichter vor den neugierigen Blicken Anderer zu verbergen und länger ihr Geheimniß auszubeuten.

Die Wünschelruthe bestand aus einem gabelförmig gespaltenen Holzstabe — in der Regel fand das Holz der Haselnuß Verwendung — welcher mit beiden Händen gehalten und nach aufwärts gerichtet getragen wurde. Kam der Träger einer solchen Ruthe in die Nähe von Erzadern, von unterirdischen Wasserläufen oder sonstigen Dingen, deren Auffindung wünschenswerth war, so zeigte die Ruthe durch zuckende Bewegungen deren Nähe an, befand sich der Träger unmittelbar über dem Erzgange 2c., so wies die Ruthe nach abwärts und an diesem Punkte wurde dann mit dem Schürfen begonnen.

Natürlich war ein solch kostbares Instrument nicht leicht zu erlangen, und es mußten besondere Vorbereitungen hierzu getroffen werden. Das Schneiden mußte Nachts 12 Uhr in der Johannisnacht oder in der Sylvesternacht unter gleichzeitigem Beten des Ruthensegens erfolgen; von besonderem Werthe war es ferner, wenn der Ruthenschneider sich dabei aller Gewandung entledigte. Die Ruthen wurden dann unter absonderlichen Ceremonien getauft, hoch in Ehren gehalten und oft in werthvollen Behältnissen aufbewahrt.

Nicht jede Wünschelruthe war jedoch mit den gleichen guten Eigenschaften begabt. Manchen wurde eine besonders vorzügliche Eignung zur Auffindung von Erzgängen zugeschrieben, andere wieder standen weniger im Ansehen, da sie seltener auf die richtige Spur geholfen hatten. Es war dies ein sehr bequemer Ausweg für die Träger derselben; mißlang die Auffindung eines Erzganges, so war nie der Suchende, sondern immer nur die Ruthe schuld und begreiflicherweise haben jene über die kräftigsten Ruthen verfügt, denen mehr Erfahrung zur Seite stand.

Ueberhaupt waren zu jener Zeit nicht, wie heute, die Naturwissenschaften die Führer und treuen verläßlichen Rathgeber zur Auffindung von Erzlagerstätten, vielmehr hielt man sich an verschiedene Zeichen und kannte eine große Zahl natürlich untrüglicher magischer Regeln. So wurde das häufige Vorkommen von Molchen für ein Anzeichen verborgenen Goldes angesehen, man brachte die Nadelwaldungen in Zusammenhang mit den Ganggebirgen und hielt jene Gebirge für besonders ergiebig, von welchen Flüsse und Seen nicht weit entfernt waren. Selbst der große Agricola, auf dessen bahnbrechende Bedeutung für das Bergwesen wir schon hingewiesen haben, schrieb noch in seinem im Jahre 1550 erschienenen Werke »De re metallica«, daß zur Bestimmung der Richtung der Gänge die Astrologie zu Rathe gezogen werden müsse, auch er war also ebenfalls nicht frei von solchen, damals allerdings ganz verbreiteten Anschauungen. Angesichts dieser Thatsachen darf es uns aber auch nicht Wunder nehmen, daß gerade die weniger Gebildeten in dem tiefsten Aberglauben stacken, und daß eine Ceremonie um so mehr Gläubige und Anhänger fand, je mystischer und nebelhafter es dabei zuging.

Im Jahre 1700 schrieb Rößler in seinem Buche: »Hellpolirter Bergbauspiegel«:

»Es seynd die Gebürge denen himmlischen Zeichen / gleich denen Landen und Städten zugeeignet, darinnen die Planeten nach ihrer Krafft Ertz und Metall uff den Gängen würcken / wie man denn das Ertz-Gebürge zu Freiberg unter dem Zeichen des Steinbocks zu liegen vermeinet / darinnen Saturnus durch seine Influenz dis Bergwerk und Ertz vermehre / welches daher abzunehmen / weil bei der Conjunction oder Quadrat Saturni und Jovis in Capricorno sich vielmahl merkliche Veränderung in diesen Gruben- und Berg-Sachen begeben.«

Kein Brauch des Bergmannes, keines seiner Gesetze hat solch gewaltigen Einfluß auf die Entwicklung des Bergbaues genommen als die Wünschelruthe, und deshalb ist es wohl von Interesse, wenn wir uns noch näher mit diesem Instrumente befassen.

Wenn auch Agricola, wie wir oben gesehen haben, nicht ganz frei war von gewissen Anschauungen, so gebührt ihm doch das Verdienst, daß er der Erste war, der mit aller Entschiedenheit gegen die Wünschelruthe auftrat, auf ihre Zwecklosigkeit hinwies und sie verdammte. Aber lange nach seinem Tode kam das Ruthenschlagen wieder zu voller Blüthe, es wurde der bergmännischen Ver-

messungskunst (Markscheiderei) nicht nur ebenbürtig gehalten, sondern dieser sogar übergeordnet und bis in die Mitte des XVIII. Jahrhunderts konnte die Wünschelruthe ihre Herrschaft zum großen Schaden des Bergbaues ausüben. Je größer der Glaube an die Wunderkraft der Wünschelruthe war, desto mehr verschwand in Folge der vielen Enttäuschungen die Bergbaulust der vergangenen Jahre. Niemand wagte es eben, die Wirkung der Wünschelruthe in Zweifel zu ziehen, lieber glaubte man an das den Menschen übelgesinnte Walten von Berggeistern, welche die angezeigten Schätze in größere Tiefen entrückten.

Wie die Wünschelruthe beschaffen war, ob sie zum Gebrauche mit den Händen dienlich zu machen, oder mit einem Messer abzuschneiden sei, mit oder ohne Zauberei und Segensprüchen, das wechselte sehr in den verschiedenen Zeiten. Rößler äußert sich in seinem oben erwähnten Buche (1700) folgendermaßen:

»Was aber die Ruthen anbelanget / so werden zwart von unterschiedenen Holtz-Bäumen und Stauden / Ruthen geschnitten / Man hält aber die Häselne vor die besten / und is die Ruthe eine Zwiesel bey zwey Spannen lang / Und so der Ruthengeher weder bey Abschneidung und Gebrauch derselben keine Beschwerung noch Seegen brauchet / wie etliche thun / muß man der Natur ihren Lauff lassen / und des besten hoffen / Aber anitzo werden auch von Messing- und ♂ (alchymistisches Zeichen für Kupfer) Draht Ruthen gemacht / und gebraucht / davon man vor Alters nichts gewußt / ist sich auch darüber zu verwundern. Was das Ruthengehen anbelanget / so hat man so viel aus Erfahrung / daß es die Natur im Menschen thue / und etliche wollen / daß es zugleich auch der Ruthen zuzuschreiben sei. Es ist aber unter vielen Menschen kaum einer darzu genarturet!

Von der Zuverlässigkeit der Wünschelruthe ist Rößler aber keineswegs überzeugt, denn er schreibt ferner:

»Es ist sich auch nichts gewisses darauff zu verlassen. Sonderlich bei etlichen bloßen Schwefel-Kiesen schlägt die Ruthe ziemlich auf Gold / dadurch etliche verführet worden sind. Es hat auch einer / den ich wohl einen Betrüger nennen konnte / wenn er die Ruthen in die Höhe gehalten / und sich mit den Leib hin und wieder gewendet / aus der Lufft vernehmen wollen / wo am nächsten Gänge anzutreffen seynd. Aber / wie weit es gefehlet / und wie mancher damit in Unkosten geführet worden / und nichts ausgerichtet / ist sich nicht zu verwundern.«

Trotz dieser sehr skeptischen Bemerkungen gibt Rößler aber doch eine ausführliche Anleitung, »wie Gänge mit der Ruthen auszugehen«. Der Gänger »fasset mit beyden Händen die Ruthen aufrecht / und wo sie sich unterwärts drehet / gehet er die Gänge aus / daß man darauf anschlagen oder niederschürfen kann«. Die gefundenen Gänge werden durch Pflöcke markirt.

Rößler's Anschauungen über die Wünschelruthe gipfeln in folgender Zusammenfassung:

»Wer nun gäntzlich uff solche Ruthen trauen / und Unkosten auffwenden will / dem stehets zu seinen Belieben / Gewißheiten damit zu haben / wird schwerlich

allemahl sein können / sondern etwas Nachricht der Gänge geben sie zwart durch einen wohl hierzu genarturten Ruthengänger.«

Auch ein anderes Buch, welches im Jahre 1734 »bey Joh. Christ. Zimmermanns sel. Erben, und J. N. Gerlachen, Dresden und Leipzig« in zweiter Auflage



Das Aufsuchen der erzführenden Gänge mit der Wünschelruthe. (Nach einem Kupferstiche in Baltasar Rößler's »Speculum Metallurgiae Politissimum« oder »Hellpolirter Bergbau-Spiegel«. Dresden. A. D. 1700.) Zu Seite 131.

erschien, giebt über die Wünschelruthe noch Auskunft. Dieses in vieler Beziehung hoch interessante Werk ist betitelt: »Neues und Vollkommenes Berg-Buch / Bestehend in sehr vielen und raren Berg-Händeln und Bergwerksgebräuchen / Absonderlich aber über 200. vorhin noch nicht edirten und ans Licht gegebenen Berg-Urtheln und Abschieden / Mit großem Fleiß und Mühe / dergestalt colligiret und abgefasset /

daß bey nahe keine eintzige Materia in Berg- Schmeltz- und Hammerwerks-Sachen / vorfallen mag / So nicht unter einer Rubric, der Nothdurfft nach / abgehandelt / und mit Allegirung gelehrter und bewährter Männer Schrifften / wie nicht weniger darzu gehörigen Kayserlichen, Königlichen Chur- und Fürstlichen Berg-Ordnungen / Sowohl was deren Concordanz als auch Discrepanz betrifft / entschieden / und auf die leichteste Manier zu finden wäre / von Christoph Herttwig, J. U. Doctore, Stadt-Syndico, auch des Raths und Berg-Schöppen-Stuhls zu Freyberg Assessore.«

Dasselbe giebt in lexikalischer Form über eine große Anzahl von Bergwerksgebräuchen und juridischen Entscheidungen Aufschluß. Dort ist zu lesen:

Wünschel-Ruthe.

§ 1. Ist eine zwißlichte Ruthe von Holtz, Messing oder anderem Metall, womit ein Ruthengänger, wenn er solche mit beyden Händen auffrecht fasset, die Ertze oder Gänge suchet, und durch den Schlag der Ruthe, wo sie unterwärts drehet, die Gänge ausgehet, so daß man darauff einschlagen oder niederschürffen kann.

§ 2. Ob es natürlich damit zugehe? wird hin und wieder viel Disputirens getrieben.

§ 3. Inzwischen wird sie bey Ausgehung und Auffsuchung derer Bergwercke vor nützlich und approbiret befunden.

§ 4. Wie solche zu fassen und zu gebrauchen, erwehnen, neben anderen, auch Agricola de re met. lib. 2, Löhneyß, Meltzer.

§ 5. Schlägt auch manchem gerne auff Wasser und Qvartz.

§ 6. Und sollen auch flüchtige Diebe und Mörder, vergrabene Schätze, Rein-Steine, Mehrrettige, Haselnüsse, und alles, was einem nur vorkömmet, damit entdecket werden können. Vid. accurate Beschreibung von der Wünschel-Ruthe, Nürnberg in Verlegung Andreas Otto, Anno 1694.

§ 7. Herr Magist. Christian Meltzer, Pfarrer zum Buchholtze, bey St. Annaberg, erzehlet in einer gewissen herausgegebenen Bergpredigt, wie er einsmahls in Freiberg an einem redlichen Priester gesehen, daß dieser mit der Licht-Putzen, die er nach Arth der Ruthen gefasset, einen unter den Teppicht des Tisches gelegten Groschen gefunden.

§ 8. Der alte Berg-Prediger Matthesius schreibet, daß auch Adam, mit und ohne Ruthe, Gänge, Fletz und Stöcke ausgerichtet habe.

Die Wünschelruthe wurde aber durchaus nicht allein von Bergleuten angewendet, sondern auch, wie wir schon oben angedeutet haben, von berufsmäßigen Schatzgräbern, und besonders die »frumben Landsknechte« und das Soldatenvolk des dreißigjährigen Krieges war in dieser Kunst bewandert, denn ein alter Chronist schreibt, daß sie »mit den beschworenen Zauberruthen fast alles Geld, so sich unter Dach befunden, ausgelochert und manchen armen Mann dadurch wehe gethan und betrübet«.

Begreiflicherweise wurde durch den Glauben an die Wirkung der Wünschelruthe der Entwickelung des Bergbaues großer Schaden zugefügt, da Mancher sein Geld verlor, und durch den Mißerfolg von weiteren Schürfungen, durch den Aberglauben aber von vernunftmäßigem Suchen nach Erzlagerstätten abgehalten wurde. Neben diesen gab es aber noch viele, die unentwegt an die Kraft der Ruthe glaubten und all ihr Hab und Gut daran setzten, mit ihrer Hilfe reichen Bergsegen aufzuspüren. Für solche hatte man bald einen besonderen Namen erfunden, unser Autor Herttwig schreibt:

»Bergwurtzeln werden die genennet, so große Liebhaber von Berg-Bau, und darvon nicht abzubringen sind.«

Nach dieser Abschweifung in eine Zeit der Mystik und des Aberglaubens, welche glücklicherweise hinter uns liegt, wollen wir uns nun der Besprechung jener Factoren und Hilfsmittel zuwenden, welche heute zur Anwendung gelangen, um auf Grund derselben Erzlagerstätten zu finden.

Die Arbeit des Aufsuchens von Lagerstätten nutzbarer Mineralien vom Tage aus wird als Schürfen bezeichnet, gleichzeitig ist darunter aber auch die Erforschung der Streichrichtung der erschürften Lager, sowie die weitere Untersuchung derselben zu verstehen.

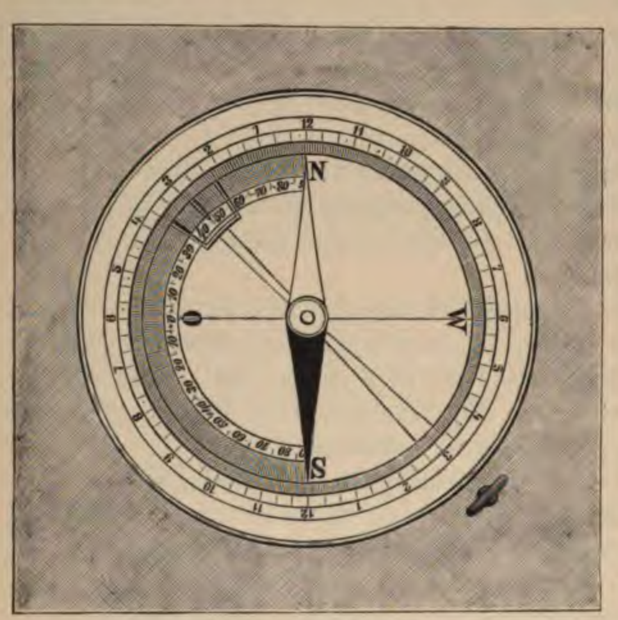
Die Art und Weise des Schürfens auf Erzlagerstätten ist eine verschiedene, je nachdem ganz unbekannte Gebirge zu durchforschen sind, oder aber solche, in welchen schon zu früherer Zeit Bergbau betrieben wurde. Im letzteren Falle ist die Arbeit des Schürfens in mancher Beziehung leichter, da die Ueberreste alter Stollen, ferner Halden u. s. f. willkommene Anhaltspunkte bieten.

Ist die Schürfung in ganz unbekannten und unverritzten, d. h. noch nie bergmännisch ausgebeuteten Gebirgen vorzunehmen, so werden in erster Linie geologische Untersuchungen durchzuführen sein; aus dem geologischen Bau wird sich dann mancher Anhaltspunkt ergeben, in welchen Formationsgliedern man die größte Hoffnung hegen darf, Erzlagerstätten zu erschließen. Außerdem liefert aber auch die Erfahrung manchen beachtenswerthen Anhaltspunkt. So finden sich Lagerstätten nutzbarer Erze weitaus häufiger in alten als in jüngeren Formationen, auch das Vorhandensein von Eruptivgesteinen deutet manchmal auf das Vorkommen von Erzen, da erfahrungsgemäß diese sich häufiger in der Nähe als entfernter von Eruptivgesteinen finden. Aber auch hier scheint das Alter der Eruptivgesteine eine gewisse Bedeutung zu besitzen, da ältere häufiger von Erzlagerstätten begleitet sind als jüngere.

Oftmals verrathen sich ferner Erzlagerstätten durch die Form und Farbe ihrer Ausbisse an der Oberfläche, ein solches Beispiel haben wir schon erwähnt, es ist dies der durch Verwitterung entstandene »eiserne Hut«. Auch die Farbe von Quellen und Niederschlägen von Quellwasser erlaubt manchmal einen Schluß auf das Vorhandensein von Erzen zu ziehen. Von ganz besonderem Werthe ist aber die Auffindung von Bruchstücken und Trümmern der Erze in Geschieben,

wie überhaupt die mineralogische Durchstreifung des Gebirges manchen wichtigen Aufschluß giebt.

Selbst die Pflanzenwelt gestattet es, dann und wann einen sicheren Rückschluß auf die Beschaffenheit des Gebirges zu ziehen. So gedeiht die Birke nur vorzüglich auf eisenhältigem Boden, manche Pflanzen sind aber ausschließlich an das Vorhandensein gewisser Stoffe im Boden gebunden, bei deren Mangel sie entweder überhaupt nicht gedeihen können, oder doch ihren Habitus ganz wesentlich ändern. Ein schönes Beispiel dieser Art ist das Galmeiveilchen, welches auf Zinkhalden gedeiht, und dessen Existenz überhaupt an das Vorkommen geringer Mengen von Zink im Boden gebunden ist. Gewisse Pflanzen, welche daher auch den Namen »Salzpflanzen« führen, gedeihen nur, wenn ihnen Salz, Chlornatrium zur Verfügung steht. Sie sind daher nicht nur am Meere, sondern auch dort anzutreffen, wo Salzlager in der Tiefe verborgen sind.



Bergcompaß. Zu Seite 136.

Zur Vornahme einer Gebirgsuntersuchung muß aber, soll dieselbe nicht nur ein wahrheitsgetreues Bild, sondern auch ein übersichtliches Ergebniß liefern, die Durchforschung sorgfältig und gründlich vorgenommen werden, der mit ihrer Ausführung Betraute muß daher auch mit den nöthigen Werkzeugen und Apparaten ausgerüstet sein. Als solche ist in erster Linie eine geologische Karte, welche in nicht zu kleinem Maßstabe gehalten sein darf, zu bezeichnen, ferner ist ein kleiner Hammer, ein sogenannter Stufenhammer, mitzuführen, welcher zum Abschlagen von Gesteinsstücken und deren weiterer Zerkleinerung verwendet wird. Zur Bestimmung der Richtung, sowie des Streichens und Fallens der Schichten dient ein kleiner Compaß, ein sogenannter Bergcompaß, welcher außer der durch eine Vorrichtung feststellbaren Magnetnadel auch ein Loth-Senkel besitzt.

Der Compaß selbst befindet sich in einem Holzkästchen und ist auf einer starken Messingplatte befestigt. Die Nord-Südlinie läuft der einen Seite des Kästchens oder der Messingplatte genau parallel, und die Messung wird in der Weise vorgenommen, daß man die rechteckige Unterlage des Compasses hori-

zontal an die Schichtfläche anlegt, und nun nachsieht, wie weit sich der Nordpol der Nadel von der auf dem Boden des Compaßgehäuses eingravirten Nord-Südlinie entfernt. Um dies direct ablesen zu können, wird das Instrument in der Regel derart gestaltet, daß Osten und Westen verkehrt, d. h. ersterer links, letzterer rechts von der Nordlinie angebracht sind; die weitere Eintheilung des Umkreises geschieht entweder in 24 Stunden, die weiter in je 15 Grade getheilt werden, oder sie umfaßt nur die 360 Grade des Horizontes. Der sogenannte Freiberger Bergcompaß besitzt eine Einrichtung, mittelst welcher in sehr bequemer Weise die Streichungsrichtung durch Angabe der Stunde angegeben wird; sagt man z. B. eine Schichte streicht 9 Stunden oder hora 9, so bedeutet dies ein genau von Südost nach Nordwest gerichtetes Streichen, und zur vollständigen Feststellung braucht blos noch die Angabe beigefügt zu werden, ob die Neigung nach Nordost oder nach Südwest gerichtet ist.

Wie erwähnt, sind solche Compasse auch mit einer Vorrichtung versehen, welche zur Bestimmung des Fallens dient. Zu diesem Zwecke wird die Magnetnadel mittelst einer Schraube arretirt, und der Compaß nun mit der einen Seite senkrecht in der Fallrichtung der zu messenden Schicht aufgestellt, so daß ein kleiner Senkel, welcher im Innern angebracht ist, spielen und sich einstellen kann. Die Ablesung erfolgt mit Hilfe einer Gradeintheilung, auf welcher der Senkel läuft; ehe diese Messung vorgenommen wird, muß zunächst die Fallrichtung, d. i. die stärkste Neigung der Schicht, welche stets mit dem Streichen einen rechten Winkel bildet, ermittelt werden.

Die Resultate solcher Bestimmungen, welche die Grundlage jeder geologischen Forschung in einem Terrain mit geneigten Schichten ausmachen, werden allgemein durch ein bestimmtes Symbol in die Karten eingetragen, ein einfacher Strich bezeichnet das Streichen, ein auf diesem senkrecht stehender Pfeil das Fallen, und durch eine Zahl wird der Fallwinkel ausgedrückt; so bedeutet das Symbol ⋌ 40° eine Schicht, welche nordwest-südöstlich und unter 40° nach Norden einfällt.

Ferner gehört zur Ausrüstung des Schürfenden auch ein Metallbarometer (Aneroid), welches die Ermittelung der Meereshöhe gestattet.

In vielen Fällen ist es endlich auch erwünscht, sich an Ort und Stelle ein Urtheil über die Natur und Zusammensetzung der aufgefundenen Mineralien bilden zu können. Manchen werthvollen Aufschluß in dieser Richtung gewährt die Verwendung des Löthrohres, neben diesem ist mitunter auch ein Sichertrog von Werth.

Das Löthrohr besteht aus einem weiteren, schwach konisch zulaufenden Messingrohre, welches am weiten Ende gewöhnlich ein aus Horn verfertigtes Mundstück trägt, und mit dem engeren in einem kurzen, cylindrischen Körper, dem sogenannten Wassersack, steckt. In diesem, und zwar rechtwinkelig zu dem langen Rohre, ist ein kurzes, enges befestigt, welches in eine feine Spitze, die in der Regel aus Platin verfertigt ist, ausläuft. Die Handhabung dieser Vorrichtung

geschieht derart, daß man mittelst des Mundes einen nach Möglichkeit gleichmäßigen Luftstrom durchbläst und diesen in eine Flamme, am besten jene einer Gas- oder Weingeistlampe leitet. Die sich aus der ausgeathmeten Luft abscheidende Feuchtigkeit sammelt sich in dem Wassersacke an. Es erfordert einige Uebung, ehe man das Löthrohr in der richtigen Weise zu handhaben gelernt hat, wichtig ist es, daß das Blasen ohne Anstrengung erfolgt und der Blasende dabei ruhig und gleichmäßig weiter athmet. Geschieht dies nicht, so wird die entstehende Stichflamme gestört und ihre Wirkung unterbrochen.

Wenn wir mittelst des Löthrohres einen dünnen Luftstrom in eine Flamme blasen, so erhalten wir eine Stichflamme, welche eine sehr hohe Temperatur besitzt; diese kommt dadurch zu Stande, daß bei Gegenwart überschüssigen Sauerstoffes die Verbrennung des Gases oder der Weingeistdämpfe eine weitaus lebhaftere und vollständigere ist als sonst. Ferner können wir an dieser Stichflamme zwei Zonen unterscheiden, welche gegenüber Erzen und chemischen Verbindungen, die der Untersuchung unterzogen werden sollen, eine verschiedene Wirkung äußern. In der äußern Hülle der Flamme ist überschüssiger Sauerstoff vorhanden; derselbe bewirkt eine Oxydation vieler Körper, man bezeichnet diese Region als Oxydationszone. Im Innern der Flamme finden sich dagegen noch unverbrannte Gase, welche bei hoher Temperatur reducirend, d. h. sauerstoffentziehend auf gewisse Oxyde wirken.

Die mit dem Löthrohre zu untersuchenden Substanzen werden in der Regel in kleiner Menge auf Holzkohle gebracht und nun der Einwirkung der Löthrohrflamme ausgesetzt. Dabei beobachtet man das Verhalten in der Oxydations- und Reductionsflamme, die Schmelzbarkeit oder Flüchtigkeit des untersuchten Körpers, ferner ob derselbe zu Metall reducirt wird u. s. f. Aus der Dehnbarkeit, dem Aussehen und sonstigem Verhalten des unter Umständen erhaltenen Metallkügelchens läßt sich ferner ein Schluß auf die Natur desselben ziehen. Auch eventuell auf der Kohle auftretende Beschläge und deren Farbe sind zu beachten; so liefert das Zink einen in der Hitze gelben, in der Kälte bei gewöhnlicher Temperatur weißen Beschlag von Zinkoxyd, Arsen ist flüchtig, bildet an kälteren Stellen der Kohle einen weißen Anflug und riecht intensiv nach Knoblauch ꝛc. Gewisse Verbindungen geben nur geschmolzene Massen, welche sich jedoch, mit Kobaltlösung befeuchtet und geglüht, charakteristisch färben u. s. f. Das Löthrohr ist somit ein unter Umständen wichtiges Hilfsmittel, welches raschen und sicheren Aufschluß über die Natur der untersuchten Erze liefert.

Manche Verbindungen wieder lassen sich an der Färbung erkennen, die sie, mit Borax oder Phosphorsalz in der Löthrohrflamme geschmolzen und ebenfalls der Reductions- oder Oxydationsflamme ausgesetzt, der entstehenden Perle ertheilen. Zu diesem Zwecke bringt man eine geringe Menge Borax beziehungsweise Phosphorsalz in die Oese eines Platindrahtes, schmilzt vor dem Löthrohre zu einer Perle zusammen, bringt auf diese eine geringe Menge der zu untersuchenden Substanz

und erhitzt wieder. Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist also das Löthrohr ein willkommenes Hilfsmittel, welches der verschiedenartigsten Anwendung fähig ist.

Erasmus Bartholin war der Erste, welcher im Jahre 1670 den Gebrauch des Löthrohres lehrte, und in Schweden wurde es bald als wichtiges Hilfsmittel bei mineralogischen und chemischen Untersuchungen geschätzt. Gahn ertheilte dem Löthrohre seine heutige, vollkommene Gestalt und wies auch die Wege zu dessen wissenschaftlichem Gebrauche. Große Verdienste hat sich jedoch Plattner durch Ausgestaltung der Probirkunst mit dem Löthrohre erworben.

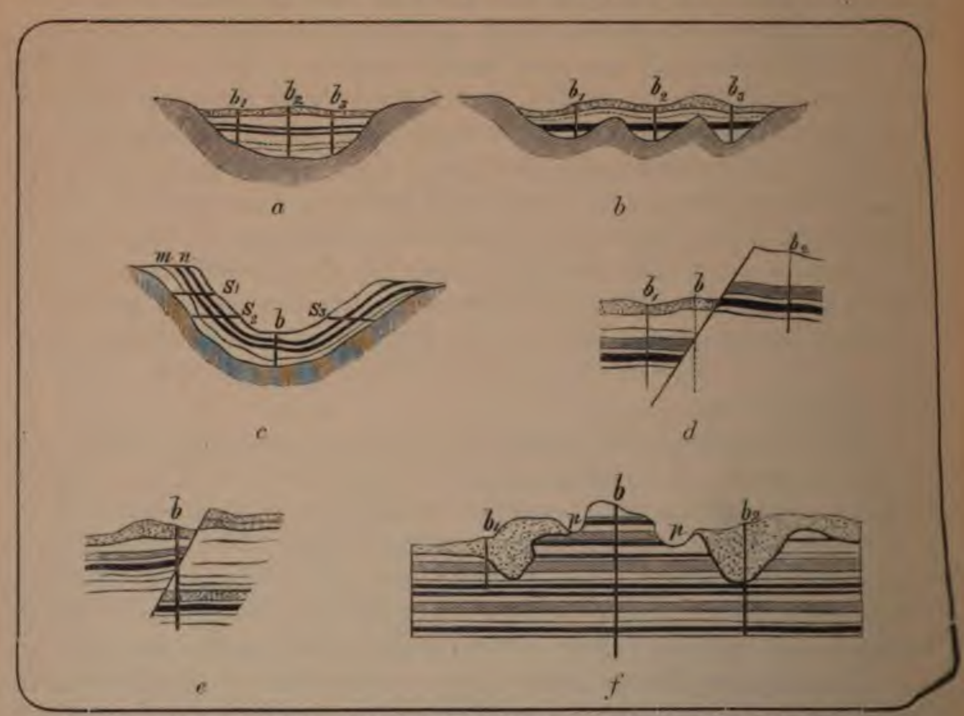
Der Sichertrog, dessen sich der Schürfende unter Umständen ebenfalls bedienen wird, ist eine Vorrichtung, welche zur Sortirung des Körnergemenges dient, um das haltige Materiale von dem tauben Gesteine zu trennen. Er besitzt die Form einer länglich-schmalen Mulde, deren Kopfende stärker gehalten und mit zwei an der Seite angebrachten Handhaben versehen ist; gewöhnlich findet Buchen- oder Eschenholz Verwendung. Die Handhabung dieser Vorrichtung geschieht in der Weise, daß man einen kleinen Theil des zu prüfenden Körnergemenges auf die Schale bringt, etwas Wasser zufügt und tüchtig durchrührt. Dann stößt man das starke Ende des Troges wiederholt gegen einen festen Gegenstand und bringt hierdurch das Wasser in wellenförmige Bewegung, gleichzeitig scheiden sich aber auch die haltigen Körner von den tauben, erstere setzen sich in der Nähe des Kopfendes, letztere am Fußende ab. Schließlich wird das Wasser abgegossen und das haltige Korn näher untersucht.

Mit diesen Instrumenten beziehungsweise Apparaten ausgerüstet, können wir nun zur Untersuchung des Gebirges schreiten. Dieselbe wird verschieden sein, je nachdem die Untersuchung in einem Gebirge auszuführen ist, in welchem schon in früherer Zeit Bergbau betrieben wurde (nicht unverritztes Gebirge), oder welches gänzlich unbekannt, unverritzt ist. Im ersteren Falle ist die Untersuchung in mancher Beziehung leichter, umso mehr, als schon der in früheren Epochen dort betriebene Bergbau darauf hindeutet, daß die Schürfung von Erfolg begleitet sein wird.

Im unverritzten Gebirge beginnt man — sagt Hoefer — zunächst mit der Untersuchung im tiefsten Punkte des Aufnahmsgebietes, geht nach den Haupt-, Seiten- und Querthälern und dessen Gehängen nach aufwärts, und beobachtet dabei die Gesteinsentblößungen, den Schichtenbau, ferner den Contact der Gebirgsglieder, vorhandene Gebirgskämme, Vertiefungen, Verwitterungen, Aussinterungen, Färbungen, Ausbisse u. s. f. Auch dem aufgeschwemmten Sand und Lehm in Thalerweiterungen und an sonstigen Stellen wird man sein Augenmerk zuwenden, desgleichen nach Bruchstücken von Gesteinen und Mineralien fahnden, welche Aufschlüsse zu geben vermögen, und die man bis zu ihrem Ursprunge verfolgt. Alle wichtigen Punkte werden in die geologische Karte unter Angabe des Streichens und Verflächens der Gebirgsschichten und Lagerstätten eingetragen und im Schurfprotokolle näher beschrieben. Durch Combination dieser auf der Karte ersichtlich gemachten Punkte können dann schon Schlüsse über die Lagerungsverhältnisse und manchen

anderen wichtigen Punkt gezogen werden. Hat man dann auf diese Weise ein nach Möglichkeit genaues Bild erlangt und waren die Resultate aufmunternd, so wird schließlich zu den eigentlichen Schurfarbeiten geschritten.

Handelt es sich um die Erforschung einer Gegend, in welcher nachweislich in früherer Zeit Bergbau betrieben wurde, oder in welchem sich noch Ueberreste solcher Baue finden, so wird wohl im Großen und Ganzen der Vorgang der gleiche sein, wie eben geschildert, außerdem werden aber auch die erwähnten Ueberreste füherer bergmännischer Thätigkeit zu berücksichtigen sein. Solche sind: Berg-



Anlage der Schurfbohrung. a bei ungestörter Flötzablagerung, b bei Grundgebirgerücken, c bei Störung durch seitlichen Druck, d e Störung durch Verwerfung, f Erosionen.
(Nach Hoefer.) Zu Seite 141.

und Schlackenhalden, Pingen, d. i. muldenförmige Vertiefungen über alten Bauen, Schacht- und Stollenmündungen, Tagbaue, Röschen, Kunstgräben, Teiche, Aufbereitungsanlagen, Denksteine, alte Grubenkarten, amtliche Urkunden, Grubenberichte u. s. f., ferner untertags die noch zugänglichen Grubenbaue mit ihrem ganzen Inhalte. Aus demselben kann man schon auf die Art der Lagerstätte, die Ausfüllungsmasse, die Gewinnungsarbeit, das Alter des Bergbaues und manchen anderen wichtigen und wesentlichen Umstand schließen.

Soll nach Flötzen geschürft werden, so wird im Allgemeinen der gleiche Gang eingehalten wie im älteren Gebirge. Enthält der Flötzzug in einzelnen

Punkten schon Bergbau oder bergmännische Aufschlüsse, so sind zunächst diese genau zu untersuchen und gewisse Punkte zur weiteren Orientirung ins Auge zu fassen, wie die Aufeinanderfolge der Flötze, ihre Vertheilung und ihr Verflächen, die Mächtigkeit und der Wechsel zwischen tauben Lagen und Kohle, ferner die Beschaffenheit der Kohle, die Schichtenfolge im aufgeschlossenen Theile des Flötzzuges und endlich die Versteinerungen. Schließlich ist auch das Studium der Störungen im aufgeschlossenen Flötzgebiete von größter Wichtigkeit.

Muß die Schürfung nach Kohle im unverritzten Gebirge vorgenommen werden, so muß zunächst der geologische Bau eingehend studirt werden, um auf Grund dieser Ergebnisse den geeignetsten Punkt zur Anlage der Schurfbaue bestimmen zu können.

Die anzuwendenden Schurfbaue selbst richten sich nach der Lage des Flötzgebirges. Erhebt sich dasselbe über die Thalsohle, so werden Schurfstollen oder Röschen angelegt, im ebenen Terrain gelangen dagegen Bohrlöcher oder Schurfschächte zur Ausführung. Soll jedoch durch planloses Suchen nicht Zeit, Geld und Mühe nutzlos vergeudet werden, so müssen, bevor man überhaupt mit den Schurfarbeiten beginnt, die Lagerungsverhältnisse eingehend studirt werden, und es ist zu constatiren, ob eine ungestörte Ablagerung der Flötze stattgefunden hat oder nicht. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird sich dann die Anlage der Schurfbaue zu richten haben.

Konnte sich beispielsweise das Flötz in einer Mulde ungestört ablagern, so werden die Schichten gegen den Rand der Mulde mit abnehmender Mächtigkeit sanft ansteigen und sich dort auskeilen. Dann werden die Schurfbohrungen nicht am Rande der Mulde, sondern gegen die Mitte derselben anzulegen sein.

Ist das Flötz über Rücken des Grundgebirges gelagert, welche obertags in der Regel leicht kenntlich sind, so wird man die Bohrlöcher nie über den Gebirgsrücken, sondern immer zwischen denselben anlegen, da sonst leicht der Fall eintreten könnte, daß man überhaupt nicht auf das Flötz stößt.

Häufig kommt der Fall vor, daß ein Flötz durch seitlichen Druck gestört wurde, dann erscheinen beide Muldenränder oder unter Umständen nur einer derselben angehoben. In einem solchen Falle wird man das Flötz einerseits durch Stollen, welche man an den gehobenen Seiten eintreibt, andererseits durch Bohrlöcher, welche in der Sohle angelegt werden, aufschließen.

Fand eine Störung des Flötzes durch Verwerfungsklüfte statt, welche sich manchmal durch anstehende Steilböschungen zu erkennen geben, so ist der Fall denkbar, daß ein Bohrloch überhaupt nicht das Flötz durchsetzen wird, andererseits kann aber auch dasselbe Flötz durch ein Bohrloch zweimal aufgeschlossen werden.

Bei ungestörter Lagerung, und wenn im Schurfgebiete durch Erosion entstandene Bergrücken und Thalbildungen vorhanden sind, wird man entweder an den Gehängen mit Röschen schürfen, oder staffelförmige Bohrung anwenden, da bei größerer Tiefe eine centrale Bohrung oft zu kostspielig wäre. Ist das Schurf-

terrain noch vollständig unbekannt, so daß die Lagerungsverhältnisse erst festgestellt werden müssen, so empfiehlt es sich, im Schurfgebiete mindestens drei Bohrlöcher, besser aber eine größere Anzahl abzubohren, man wird dann den Anschlagspunkt der Bohrlöcher nicht im Thaltiefsten sondern an einem Gehänge wählen.

Die eigentlichen Schurfarbeiten bestehen in der Anlage von Schurfgräben oder Schurfröschen, ferner von Schurf- oder Versuchsstollen, von Schurfschächten und endlich in der Anlage von Bohrlöchern.

Die Schurfgräben oder Schurfröschen sind Gräben von höchstens zwei Meter Tiefe, welche zur Untersuchung an der Oberfläche gelegener Lagerstätten oder der Ausbisse von Lagerstätten angelegt werden. Dabei verfährt man in der



Schurfbohrer. Zu Seite 143.

Weise, daß das ausgehobene Materiale in den rückwärtigen Theil der Rösche wieder eingestürzt wird. Soll auf Gänge geschürft werden, so trachtet man durch Anlage von Querröschen das Ausbeißen der Gänge zu ermitteln; hat man den Gang erreicht, so wird vom Anfahrungspunkte eine Längsrösche dem Streichen nach gezogen.

Schurf- oder Versuchsstollen werden zwecks Aufschließung in größerer Tiefe befindlicher Lagerstätten angelegt; um die Kosten der Schürfung nach Möglichkeit zu verringern, legt man sie in den geringsten Dimensionen, etwa 1·6 Meter hoch und circa 70 Cm. breit, an. Bei der Anlage ist gleichzeitig auf die rasche Abführung der erschrotenen Wasser Rücksicht zu nehmen; man ertheilt ihnen deshalb eine ziemlich starke Steigung und ovalen oder trapezförmigen Querschnitt. Nur wenn Hoffnung vorhanden ist, den Versuchsstollen später auch als Förder-

stollen verwenden zu können, wählt man größere Dimensionen bei schwächerem Ansteigen.

Die Schurfschächte erhalten viereckigen Querschnitt, derselbe bildet entweder ein Quadrat oder ein Rechteck, die Dimensionen schwanken zwischen 1·2 Meter Seitenlänge und 2·0×1·3 Meter. Solche Schächte werden mit Holz ausgebaut; entweder werden sie saiger (vertical) oder tonnenlägig (schräge) hergestellt.

Die Bohrlöcher werden mittelst des Erdbohrers hergestellt; dieser ist ein Instrument, welches schon seit langer Zeit bekannt ist, jedoch erst in den letzten Decennien derart verbessert wurde, daß er nun in allen Verhältnissen angewendet werden kann. Dementsprechend können wir heute auch eine große Anzahl von Systemen und Bohrmethoden unterscheiden.

Für den Bergmann ist der Erdbohrer ein Instrument von der größten Wichtigkeit. Dasselbe dient nicht nur zur Erbohrung artesischer Brunnen, oder zur Aufsuchung von Erz- und Kohlenlagern, Steinsalzvorkommen, Petroleumquellen u. s. f., es findet auch im Bergbaubetriebe häufige Anwendung. So um tief gelegenen Gruben frische Luft zuzuführen, um bei Schachtabteufungen nach einem tieferen Stollen zu bohren, und auf diese Weise für das sich im Schachte ansammelnde Wasser, welches bald die Arbeit unmöglich machen würde und daher entfernt werden muß, einen Abfluß zu schaffen. Der Erdbohrer ist somit ein zur Ausbeutung der Erdrinde und zur Gewinnung der Rohstoffe aus dem Erdinnern höchst wichtiges Instrument, welches überdies durch die verschiedenen Constructionen, die verschiedene Arbeitsweise bei den einzelnen Systemen u. s. f. unser Interesse in hohem Grade in Anspruch nimmt.

Im Allgemeinen lassen sich folgende Bohrmethoden unterscheiden:

A. Stoßendes Bohren:

1. Gestängebohren oder europäisches Bohren.	a) Mit steifem Gestänge oder englisches Bohren. b) Freifallbohren oder deutsche Methode. c) Mit hölzernem Obergestänge oder canadisches Bohren. d) Mit Wasserspülung, Methode von Fauvelle. e) Dänische Bohrmethode.
2. Seilbohren oder chinesisches Bohren.	a) Gewöhnliches Seilbohren. b) Pennsylvanisches Seilbohren.

B. Drehendes Bohren:

1. Mit steifem Gestänge bei großem Drucke und geringer Umfangsgeschwindigkeit (Bohren mit der Schappe).
2. Mit Hohlgestänge oder Diamantröhrenbohren, mit geringem Drucke und großer Umfangsgeschwindigkeit.

Jeder Erdbohrer besteht aus drei wesentlichen Bestandtheilen, und zwar dem eigentlichen Bohrer (Bohrwerkzeug, Bohrstück), welcher in die Erde eindringt, dem

Kopfstück mit der Bewegungsvorrichtung, d. i. jenem Theile, mittelst welchem der Bohrer gehandhabt wird, und dem Gestänge, ein zwischen Bohr- und Kopfstück eingeschaltetes stangen-, röhren- oder seilförmiges Verbindungsglied, welches entsprechend der sich allmählich vergrößernden Teufe des Bohrloches verlängert wird.

Das stoßende Bohren findet nur dann Anwendung, wenn es sich um die Herstellung von Bohrlöchern in festem Gesteine handelt; es besteht im Wesentlichen darin, daß man einen schweren, mit einer Schneide versehenen Körper, den Meißel, fortwährend zu Boden fallen läßt. Damit jedoch die Schneide des Meißels nicht immer ein und dieselbe Stelle des Gesteines trifft, wodurch das Vordringen sehr verzögert würde, wird derselbe nach jedem Schlage umgesetzt, d. h. um einen kleinen Winkel gedreht. Wohl bewirkt jedes Auffallen des Meißels nur eine geringe Abbröckelung und Zersplitterung des Gesteins, und dieselbe wird um so geringer sein, je härter das zu durchfahrende Materiale ist. Die stete Wiederholung der Schläge bewirkt aber doch nach und nach eine Zertrümmerung des Gesteins und das Entstehen einer kreisförmigen Vertiefung, des Bohrloches. Der sich in diesem ansammelnde, durch die Zertrümmerung des Gesteins entstehende Schlamm, der sogenannte »Bohrschmand«, muß von Zeit zu Zeit mittelst eigener Instrumente entfernt werden, da er sonst die Wirkung des Bohrers beeinträchtigen würde; ferner bietet er das einzige Mittel, um die Natur der durchfahrenen Schichten zu erkennen. Bei manchen Bohrsystemen geschieht die Entfernung des Schmandes nicht durch eigene Geräthschaften, sondern durch einen Wasserstrom, der continuirlich das Bohrloch durchströmt und bei genügender Stärke auch größere Gesteinsbrocken entfernt.



Bohrmeißel. Zu Seite 144.

Die Meißelbohrer, Bohrstücke oder Bohrmeißel werden aus Gußstahl verfertigt; der unterste Theil, welcher die Schneide trägt, wird als Spaten, der mittlere als Schaft und der oberste endlich, welcher ein Schraubengewinde trägt, mittelst welchem der Meißel am Bohrgestänge befestigt wird, als Hals bezeichnet. Der Winkel der Meißelschneide richtet sich nach der Härte des Gesteins, je härter dasselbe ist, desto stumpfer wird die Schneide gewählt. Auch die Form der Schneide selbst richtet sich nach dem besonderen Zwecke, man ertheilt derselben entweder eine geradlinige, oder aber convexe, Z-förmige oder S-förmige Gestalt. Führt das Bohrloch durch hartes, festes Gestein, bei welchem nicht zu fürchten ist, daß aus dem schon fertiggestelltem Theile größere Stücke auf den Meißel herabfallen, so wählt man schlanke Bohrmeißel, ist jedoch Nachfall größerer Stücke zu befürchten, so sind gedrungene Meißel besser geeignet. — Es kommt unter Umständen vor, daß das Bohrloch während der Arbeit seine kreisrunde Gestalt verliert;

um ein Abweichen der Bohrlochachse von der Verticalen zu vermeiden, muß demselben wieder der runde Querschnitt ertheilt werden. Zu diesem Zwecke dienen besonders geformte Meißel. — Die Bohrmeißel gestatten es nur, das erbohrte Materiale in Form von Schlamm, also nahezu vollständig zerkleinert, zu Tage zu fördern. Für viele Zwecke ist es jedoch erwünscht, nach Möglichkeit große Stücke des Gesteins zu erhalten, an welchen dann die Beschaffenheit der durchfahrenen Schichten deutlich erkannt werden kann. Für diese Zwecke dienen die Zahn- oder Ringbohrer, welche gewissermaßen ein cylindrisches Stück bis zur Länge von mehreren Metern aus dem Gesteine heraussägen, dieses bricht von selbst ab oder wird mittelst besonderer Vorrichtungen abgebrochen und heraufgeholt.

Zur Entfernung des Bohrschmandes dient der Bohr- oder Schmantlöffel; derselbe besteht aus 1—4 Meter langen verzinkten Eisenblechröhren, welche unten mit einem sich nach Innen öffnenden Ventile versehen sind. Werden dieselben nach Entfernung des Bohrers in das Bohrloch eingeführt, so öffnet der eindringende Bohrschmand das Ventil, und das Innere des Rohres füllt sich mit dem Schlamme an, beim Aufziehen schließt sich das Ventil wieder. Der Durchmesser der Schmantlöffel ist stets etwas geringer als jener des Bohrloches.


Bohrlöffel. Zu Seite 145.

Der Bohrmeißel selbst wird am Gestänge befestigt. Dieses besteht entweder aus Holzstangen, welche mit einem Beschlage von Eisenblech versehen sind, oder aus massiven Eisenstangen. Für manche Zwecke, so um mit Wasserspülung arbeiten zu können, oder um das Gewicht des Gestänges zu verringern, wendet man eiserne oder stählerne Rohre an; in neuerer Zeit finden hierzu in der Regel die aus einem Stücke gewalzten, also niet- und nahtlosen Mannesmannröhren Verwendung, welche sich durch große Widerstandsfähigkeit auszeichnen. Das jeweilig in Verwendung stehende Gestänge wird aus einzelnen Stücken zusammengefügt, welche eine Länge von 4—12 Metern besitzen. Die einzelnen Stücke werden durch Schrauben- oder Keilschlösser miteinander verbunden. Um das Gestänge leicht zusammenfügen oder auseinandernehmen zu können, wird über der Bohrstelle ein hohes Gerüst, der Bohrthurm, errichtet, in welchem auch die erforderlichen Maschinen, die Schmiede u. s. w. untergebracht werden. Mittelst einer Winde kann das Gestänge gehoben werden, man faßt es dann unterhalb einer Verbindungsstelle und löst die Verschraubung. Dann wird der noch im Bohrloche befindliche Theil abermals gehoben u. s. f. Die Aufstellung einer Dampfmaschine oder eines Göpels wird aber erforderlich, wenn sich die Bohrung auf größere Tiefen erstreckt, denn dann besitzt das Gestänge mit dem daran befestigten Bohrer ein solch enormes

Gewicht, daß die Hebung durch Menschenkraft nur sehr schwierig und unter großem Zeitverluste erfolgen könnte. Das Auseinandernehmen des Gestänges wird zwar durch Anwendung großer Stücke wesentlich gefördert, doch bringt dies den Nachtheil mit sich, daß ein sehr hoher Bohrthurm errichtet werden muß und die einzelnen Stücke sehr schwer und unhandsam werden. Um diese vor Verbiegungen zu bewahren, werden sie in der Regel im Innern des Bohrgerüstes frei aufgehangen.

Beim Bohren mit steifem Gestänge oder der englischen Methode ist der Meißel mit dem vollkommen starren Gestänge fest verbunden. Dieses wird um einen gewissen Betrag gehoben und dann herabfallen lassen, wobei die Schneiden des Meißels zertrümmernd auf das Gestein einwirken. Nach jedem Falle wird das Gestänge sammt dem daran befestigten Meißel gehoben, um einen geringen Betrag versetzt und neuerdings fallen gelassen. Dieses Verfahren besitzt aber verschiedene Nachtheile. Wenn wir uns die große, hier in Bewegung gesetzte Masse vorstellen — der Meißel wiegt allein schon ohne das schwere Gestänge mindestens 200 Kgr. — so erkennen wir bald, daß, während der Meißel im Momente des Auffallens auf das Gestein nahezu augenblicklich zum Stillstande kommt, die nach abwärts gerichtete, also fallende Bewegung im Gestänge noch andauern wird. Dieses stößt also gewissermaßen auf den Meißel, wodurch sehr leicht Verstauchungen des Gestänges oder Brüche vorkommen; ein hölzernes Gestänge ist daher bei der englischen Methode überhaupt nicht anwendbar. Tritt ein Bruch des Gestänges ein, so ist es häufig mit großen Schwierigkeiten verknüpft, des abgebrochenen Theiles wieder habhaft zu werden, da sich derselbe fest gegen die seitliche Wandung des Bohrloches verklemmen und dann nur mit Mühe gehoben werden kann. Auch können nach dem englischen Systeme nur Bohrungen bis auf ungefähr 100 Meter Tiefe ausgeführt werden, da sonst das Gestänge zu schwer wird und mit dessen Gewicht die Möglichkeit von Brüchen bedeutend zunimmt.


Sicherheitsgestänge für Erdbohrer; nach Fauck. Zu Seite 145.

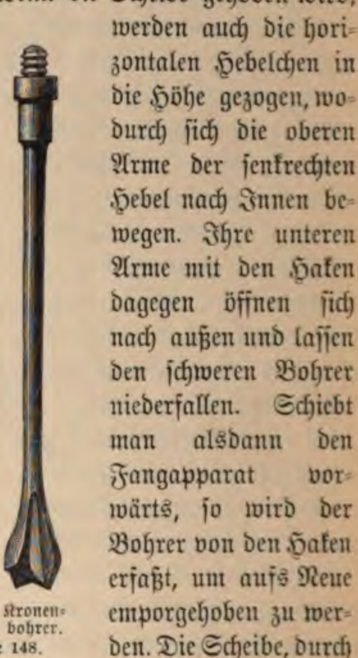
Man war deshalb eifrig bestrebt, diese Nachtheile zu beseitigen, und dies führte zur Construction der Freifallbohrer, welche bei dem deutschen Systeme Anwendung finden. Während nämlich, wie wir gesehen haben, bei der englischen Methode das ganze Gestänge sammt dem Meißel fallen gelassen wird, wird bei dem Freifallbohren wohl der Meißel sammt dem Gestänge gehoben, in einer bestimmten Höhe wird aber dann der sehr schwere Bohrmeißel losgelöst, was entweder durch einen Arbeiter oder automatisch erfolgt, und er fällt nun allein herab, wodurch jede Erschütterung des Gestänges vermieden wird. Dieses wird dann herabgelassen, ergreift automatisch den Meißel, dieser wird abermals gehoben u. s. f. Es ist einleuchtend, daß man bei diesem Verfahren ein bei weitem leichteres Gestänge anwenden kann, da dieses keine Stöße und Erschütterungen aushalten muß und nur das Gewicht des allerdings sehr schweren Meißels zu tragen hat.

Bei der deutschen Methode oder dem Freifallbohren werden verschiedene Theile des Gestänges unterschieden, und zwar das Obergestänge, die Sperrvorrichtung und das Freifallstück. Bevor man jedoch zur Construction der Freifallbohrer gelangte, um welche sich Ingenieur Kind ein besonderes Verdienst erwarb, waren Systeme in Anwendung, welche es bezweckten, den Meißel wenigstens theilweise vom Gestänge unabhängig zu machen und starke Erschütterungen desselben zu vermeiden. Dies wurde in der Weise erreicht, daß zwischen das Obergestänge und das Untergestänge, auch Bär, Bohrklotz oder Schlaggewicht geheißen, ein besonderes Zwischenstück eingeschaltet wurde. Das Untergestänge hatte die Aufgabe, dem Bohrer das zur Ausübung eines wirksamen Stoßes erforderliche Gewicht und mittelst einer am oberen Ende angebrachten sogenannten Lehre die sichere Führung im Bohrloche zu ertheilen. Aufgabe der Zwischenstücke war es, den unvermeidlichen Stoß nach Möglichkeit auf den Bohrer und das Untergestänge zu beschränken. Diese Zwischenstücke oder Rutschscheren bestehen im Wesentlichen aus einer Vorrichtung, welche es dem Untergestänge gestattet, sich theilweise in das Obergestänge hineinzuschieben, wie bei der Rutsch- oder Wechselschere von Oeynhausen, welche von Kind wesentlich verbessert wurde. Wird das Bohrgestänge angehoben, so wird auch das in der Schere hängende Untergestänge mitgenommen, das ganze System streckt sich jedoch dabei und nimmt die größte mögliche Länge an. Geht das Gestänge nieder, so trifft der Bohrer auf das Gestein auf, aber nur dieser nebst dem Untergestänge erfährt eine wesentliche Erschütterung, das Obergestänge rutscht mittelst der Schere noch ein Stück weiter und kommt dann langsam, ohne eine Erschütterung zu erleiden, zum Stillstande. Einen so großen Fortschritt auch diese Einrichtung bedeutete, so konnte sie doch nicht gegenüber dem in vieler Beziehung weitaus zweckmäßigeren Freifallbohren bestehen, sie wird deshalb heute auch in erster Linie nur beim Löffeln, um den im Bohrloche sich ansammelnden Schmant mittelst des Löffels

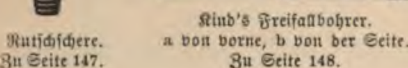


Ingenieur M. Kind. Zu Seite 147.

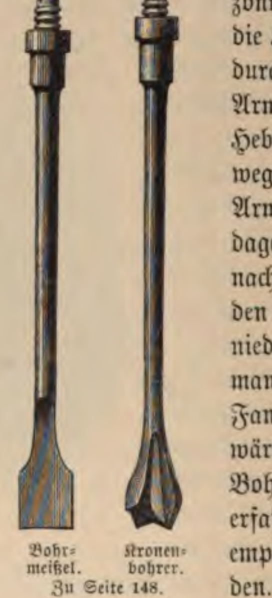
zu entfernen, angewendet. — Die Einrichtung des von dem deutschen Ingenieur Kind erfundenen Freifallbohrers ist ebenso einfach als sinnreich. Um das Gestänge herum liegt eine auf- und abschiebbare Scheibe (2), an der eine dünne, mit zwei horizontalen Hebelchen verbundene Drahtstange hängt, welche ihrerseits zwei lange, unten mit Haken versehene senkrechte Hebel (1) bewegen. Diese Haken fassen unten das obere Ende einer zwischen Schienen laufenden starken Eisenstange (3), die an ihrem unteren Ende den Bohrmeißel angeschraubt trägt. Skizze a stellt den Freifallbohrer von vorne gesehen dar, der Apparat ist geschlossen und der Bohrer emporgezogen. In Skizze b ist der von der Seite gezeichnete Apparat geöffnet abgebildet. Wenn die Scheibe gehoben wird, werden auch die horizontalen Hebelchen in die Höhe gezogen, wodurch sich die oberen Arme der senkrechten Hebel nach Innen bewegen. Ihre unteren Arme mit den Haken dagegen öffnen sich nach außen und lassen den schweren Bohrer niederfallen. Schiebt man alsdann den Fangapparat vorwärts, so wird der Bohrer von den Haken erfaßt, um aufs Neue emporgehoben zu werden. Die Scheibe, durch welche die Bewegung der Hebel hervorgerufen wird, müssen wir uns in dem das Bohrloch anfüllenden Wasser schwimmend denken. Sobald nun der Hub vollendet, stößt der Schwengel, an welchem das Gestänge hängt, gegen eine starke Holzfeder; in Folge dieses Stoßes federt das Gehänge etwas zurück, während die Scheibe durch das Wasser verhindert wird, sich ebenso rasch mitzusenken. Jedoch genügt die geringe Verschiebung der Scheibe zur Oeffnung der Hebelhaken. Dem freifallenden Bohrer kann man durch eingeschraubte, mehrere Centner schwere Eisenstücke ein großes Gewicht ertheilen, derselbe wird beim Bohren nach jedem Schlage versetzt. Man verwendet sowohl den gewöhnlichen Meißel- wie auch den Kronenbohrer.



Rutschschere. Zu Seite 147.



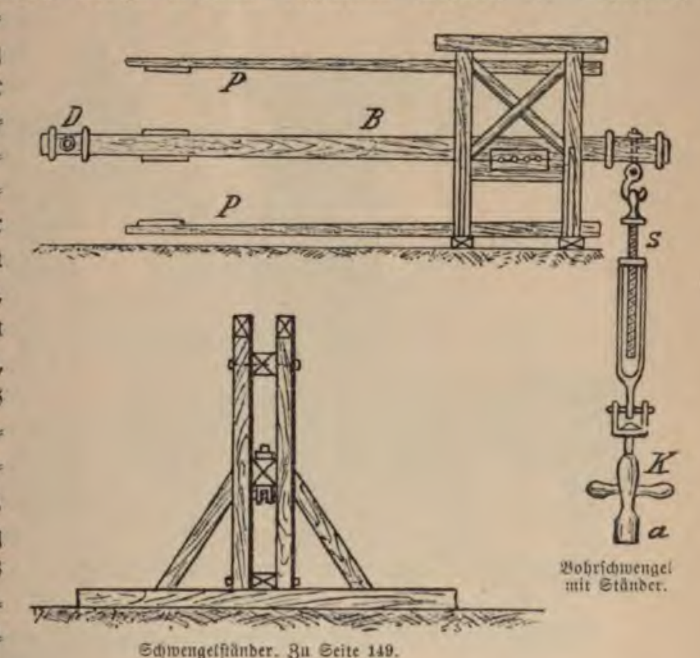
Kind's Freifallbohrer. a von vorne, b von der Seite. Zu Seite 148.



Bohrmeißel. Kronenbohrer. Zu Seite 148.

Das Obergestänge besteht aus einer meist viereckigen massiven Eisen- oder Holzstange oder aus einer Röhre; mit dem Tieferwerden des Bohrloches muß das Gestänge nachgelassen werden. Dies erfolgt mit Hilfe einer Stellschraube oder einer Nachlaßkette. Bei weiterer Zunahme der Tiefe werden dann Ergänzungsstangen eingeschaltet, gleichzeitig wird die Stellschraube vollkommen in die Höhe gedreht.

Die auf- und abgehende Bewegung des Bohrgestänges wird in verschiedener Weise erreicht. Bei Handbetrieb befindet sich über Tag ein zweiarmiger Hebel, der sogenannte Bohrschwengel, welcher in einem besonderen Gestelle, der Bohrdocke, ruht. In der nebenstehenden Abbildung ist derselbe mit B, der Druckbaum, an welchem die Arbeiter angreifen, mit D bezeichnet. Der Ständer besitzt oben und unten Prellvorrichtungen P, K ist der Krückel zum Umsetzen des Meißels, und bei a wird das Obergestänge angeschraubt. Die Bewegung des Bohrers, sowie die Entfernung des Bohrschmantes geschieht durch Menschen- oder Dampfkraft, ausnahmsweise durch Wasserkraft oder durch Zugthiere unter Anwendung eines Göpels. Der Drehbohrer, mit Ausnahme des Diamantbohrers, wird nur von der Hand aus bewegt, das stoßende Bohren bis zu 10 Meter Tiefe durch einen Arbeiter, bei 100 Meter durch drei bis sechs Arbeiter. Bei größeren Tiefen, 100—500 Meter, wurde die Bewegung früher auch ausschließlich durch Menschenkraft bewirkt, und zwar kamen bis zu zwanzig Mann in Verwendung. Jetzt wird in der Regel bei Tiefen über 100 Meter Dampfkraft angewendet. Entweder wird ein Locomobil benützt und die Kraft durch Riemenscheiben oder Zahnradübersetzung auf den Bohrapparat übertragen, oder es wirkt der in einem Dampfcylinder hin- und hergehende Kolben direct auf den Bohrschwengel ein.



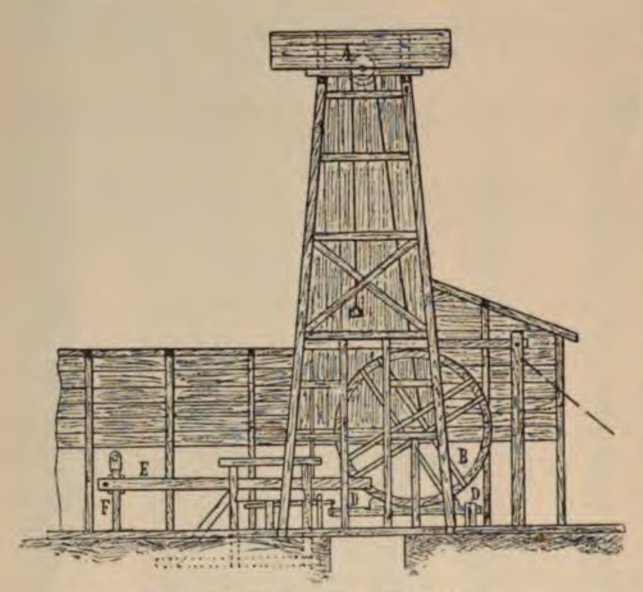
Bohrschwengel mit Ständer.

Schwengelständer. Zu Seite 149.

Zum Aufholen und Einlassen des Gestänges, sowie zum Löffeln, verwendet man bei geringer Bohrtiefe Handhaspeln, bei Anwendung von Dampfkraft Dampfwinden.

Das zu letzterem Zwecke benöthigte Förderseil läuft über eine Seilscheibe, welche von einem Gerüste getragen wird. Bei Bohrarbeiten geringeren Umfanges genügt ein aus drei Balken hergestelltes Gerüst, bei größeren Bohrungen dagegen kommt ein eigentlicher Bohrthurm zur Aufstellung; derselbe besteht aus einem drei- oder vierseitigen Gerüste, welches mit Brettern verkleidet wird.

Untenstehend ist ein Bohrthurm mit Bohrhütte für Handbetrieb abgebildet. Wird die Bohrung nämlich voraussichtlich längere Zeit dauern, so ist es nöthig, die Arbeiter vor Wind und Wetter durch eine Hütte zu schützen, die im Winter auch geheizt werden kann; ferner ist es wünschenswerth, die schweren Bohrgeräthe an Ort und Stelle aufbewahren zu können. Endlich ist der Zweck der Hütte auch der, zu verhindern, daß Unbefugte Einblick in die Resultate der Bohrung erlangen. In einer Abtheilung der Hütte wird eine Schmiede eingerichtet, um die Bohrwerkzeuge repariren zu können; auch das Bohrbureau wird in der Hütte aufgeschlagen. In derselben führt der Bohrmeister genau Buch über die Resultate der Bohrung, und hier werden auch die Bohrproben aufbewahrt.

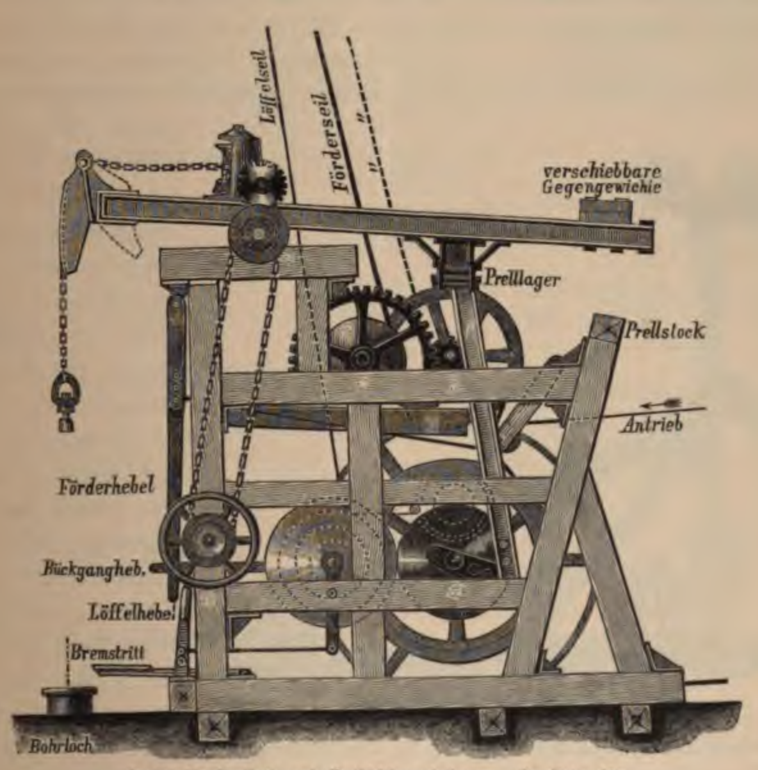


Bohrthurm mit Bohrhütte. Zu Seite 150.

Wesentlich complicirter als die Einrichtungen für Handbetrieb sind jene, bei welchen die auf- und abgehende Bewegung des Bohrgestänges durch Dampfkraft bewirkt wird, wenn auch das Princip im Großen und Ganzen das gleiche ist. Die Anlage ist dann bei Weitem kostspieliger, auch sind mehr Menschen zur Leitung und Ueberwachung nöthig. Allerdings ist die Leistung eine bedeutend größere und es können größere Tiefen erschlossen werden, als dies bei Handarbeit möglich ist.

Die Bohrung wird von Bohrhäuern ausgeführt, welche dem Bohrmeister untergeordnet sind, und welchem in der Regel noch ein Gehilfe zur Seite steht, der mit der Führung des Bohrjournales betraut wird. Die Leitung der Bohrung selbst untersteht dem Bohringenieur. Ist die Arbeit sehr dringend, so wird mit doppelter Mannschaft bei Tag und Nacht gearbeitet und wird nach einer »Hitze« die Mann-

schaft gewechselt. Eine Hitze oder Bohrschauer währt 10—20 Minuten, während welcher 300—600 Schläge ausgeführt werden. Ist dagegen die Bohrung nicht dringend, so erfolgt nach jeder Schauer fünf Minuten Rast. Wird mit Handbetrieb gebohrt, so benöthigt man bei einer Tiefe bis 50 Meter drei Schwengelarbeiter, bei 50—80 Meter vier, bei 130—150 Meter schon sieben, und für je weitere 20 Meter wird ein Schwengelarbeiter mehr genommen. Bei Dampfbetrieb sind zur



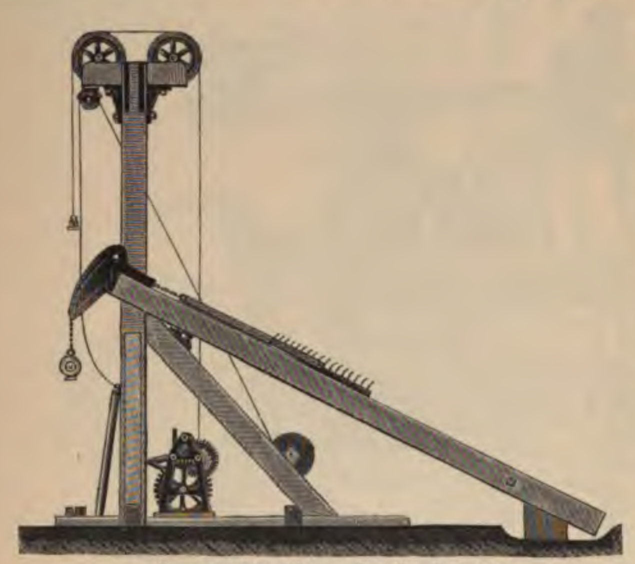
Krahn für Freifall- und Rutschscherenbohrung. Zu Seite 150.

Ueberwachung der eigentlichen Bohrarbeit weniger Leute erforderlich und es genügen für eine Bohrung bis zu 500 Meter vier bis sechs Mann.

Bei Freifallbohrungen richtet sich die Anzahl der Schwengelarbeiter ganz nach der Größe der einzelnen Schlaggewichte, und zwar werden am Bohrschwengel bei einem Schlaggewichte von 120—180 Kgr. drei Arbeiter angestellt, bei 500—670 Kgr. jedoch schon sechs bis acht. Da es bei Freifallbohrungen nur auf das Gewicht des Bohrers ankommt, welcher durch das Herunterfallen das Gestein zertrümmert, nicht aber auch auf jenes des Gestänges, so pflegt man hier letzteres durch ein entsprechendes Gegengewicht, welches nach Maßgabe der Verlängerung des Gestänges vermehrt werden kann, auszubalanciren.

Die Hubhöhe variirt bei der Arbeit mit dem Freifallbohrer zwischen 0·2—1·0 Meter und das Schlaggewicht zwischen 120—800 Kgr., die Anzahl der Schläge beträgt beim Handbetriebe 16—25, beim Maschinenbetriebe 20—30 per Minute. Beim englischen oder Stangenbohren arbeitet man mit einer Hubhöhe von 0·15 Metern und werden in der Minute 30—50 Schläge ausgeführt.

Um die Zunahme der Tiefe des Bohrloches beobachten zu können, wird am Gestänge eine Marke angebracht, welche mit diesem tiefer sinkt und mit einer am Bohrgerüste angebrachten, unveränderlichen Marke verglichen werden kann. Nach einer Anzahl von Schlägen muß der Bohrer sammt dem Gestänge aus dem Bohrloche entfernt werden und dieses gereinigt, geschmantet werden. Zu diesem Zwecke dient der schon beschriebene Bohr- oder Schmantlöffel. Hierbei werden gleichzeitig genaue Proben des erbohrten Materiales genommen und in rechteckigen Kästen zu Ziegeln geformt.



Transportables Bohrgerüst. Zu Seite 152.

Außer den an Ort und Stelle verfertigten und feststehenden Bohrthürmen stehen auch transportable in Verwendung; gewöhnlich bestehen diese, wie die von der Firma Fauck hergestellte Construction, aus einzelnen, 5 Meter hohen Sectionen, so daß man z. B. aus einem 18 Meter hohen Thurm durch Wegnahme der untersten Section leicht einen Bohrthurm von 13 Meter Höhe herstellen kann.

Für Versuchs-Handbohrungen in holzarmen oder uncultivirten Gegenden, überhaupt überall, wo die Aufstellung eines gewöhnlichen Bohrthurmes aus verschiedenen Gründen Schwierigkeiten bereitet und vermieden werden soll, bieten diese transportablen Bohrgerüste einen sehr bequemen und praktischen Ersatz für die eigentlichen Bohrthürme. Es ist daher Alles, was zum Niederbringen von Bohrlöchern bis zu 300 Meter Tiefe erforderlich ist, auf einem sehr einfachen, leichten, aber doch höchst solid gearbeiteten Gerüste gelagert, welches, in wenigen Stunden aufgestellt, ebenso rasch abmontirt und in einzelnen Stücken, welche zu diesem Zwecke nicht länger als 6·3 Meter sind, leicht transportirt werden kann.

Die Fortschritte, welche bei einer Bohrung gemacht werden, sind in erster Linie von zwei Umständen abhängig, und zwar von dem in Verwendung stehenden Bohrsysteme und den zu durchfahrenden Schichten. Hauptsächlich das letztere Moment entzieht sich in manchen Fällen ganz der Berechnung und deshalb sind auch die Fortschritte bei ein und demselben vorzüglichen Bohrverfahren oft sehr wechselnd. Dies erhellt auch aus der nachstehenden Zusammenstellung, welche sich auf die Leistungen, die mit dem Fauck'schen Dampf-Freifallbohrer erzielt wurden, bezieht.

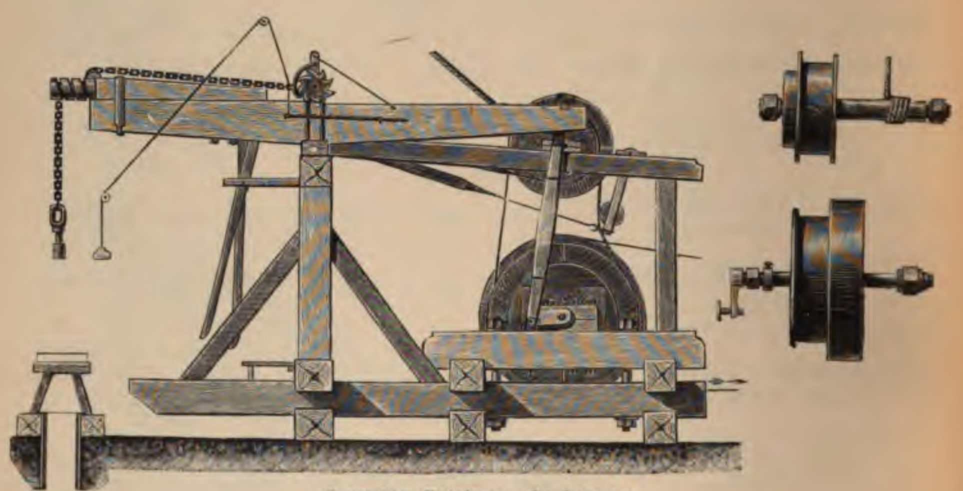
Ort und Zweck der Bohrung, Gestein	Erreichte Bohrlochs-tiefe in Metern	Anfangs-	End-	Leistungen
		durchmesser der Bohrlöcher in Millimetern		
Kohlengebirge im Pilsener Revier	420	320	160	Maximum 80 Meter
Auf Kohle in Karwin	360	500	240	Per 12 Stunden durchschnittlich 4 Meter, Maximum 6—7 Meter
Auf Erze in sehr festem Kalkstein in Lothringen	250	400	270	In 10 Stunden 4—10 Meter
Auf Trinkwasser im Karst-Kalkstein in Pola	298	400	340	In 24 Stunden Maximum 5 Meter
Auf Petroleum in Lubatowa (Galizien) hartes Gestein	100	420	—	In 12 Stunden durchschnittlich 3 Meter. Pro Schicht wurden circa 11 Meißel gewechselt
Oelbohrungen in Kleczany (Galizien)	über 400	—	—	Pro Tag circa 4 Meter, Maximum 17 Meter

Ein Bohrverfahren, welches sich durch große Einfachheit auszeichnet und sehr häufig zu Bohrungen auf Petroleum Anwendung findet, ist die canadische Methode. Es findet hierbei ein hölzernes Obergestänge Verwendung; zur Verbindung desselben mit dem Untergestänge dient meist die Rutschschere; das Schlaggewicht beträgt 1200—1600 Kgr. Diese Methode erfordert stets Dampfbetrieb und eignet sich in erster Linie für ein mildes Gebirge bei nicht zu stark geneigten Schichten. Für Tiefen von 250—300 Metern werden Locomobilen von 12 Pferdekräften verwendet, zur Bedienung genügen drei bis vier Mann. Einschließlich aller Nebenarbeiten kann man eine durchschnittliche Tagesleistung von 4—5 Metern rechnen.

Vielfach tritt die Nothwendigkeit heran, die Bohrlöcher mit Röhren auszukleiden, theils um die Abbröcklung von Theilen der Wandungen des Bohrloches in lockerem Gesteine, das Nachfallen, zu vermeiden, theils aber auch, um einen

wasserdichten Ausbau zu schaffen und erbohrte Wässer, Petroleum oder Salzsoolen, ohne Vermischung mit zusickerndem Wasser oder durchfahrenen Quellen zu Tage zu fördern.

Im ersteren Falle werden sogenannte Absperrrohre verwendet; diese sind aus Eisenblech oder Schmiedeeisen verfertigt, die schmiedeeisernen wieder gewalzt, geschweißt oder gezogen. Für die Wahl des Materiales ist in erster Linie die Beschaffenheit des Grundwassers und der erbohrten Sool- oder Mineralquelle maßgebend; für manche Zwecke finden daher auch verzinnte oder verzinkte Rohre Anwendung. Die Isolir-, Steig- oder Injectionsröhren sind entweder geschweißte Muffenröhren, oder aber gezogene, also nahtlose Röhren aus Stahl, sogenannte Mannesmannröhren.



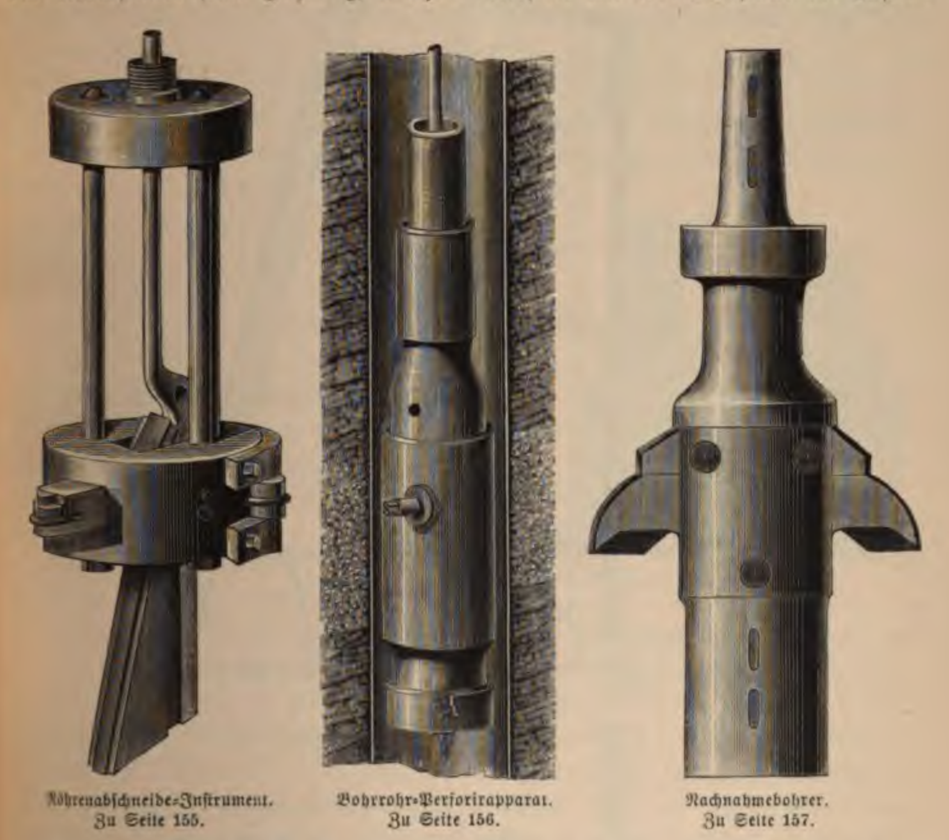
Canadischer Bohrkrahn. Zu Seite 153.

Soll die Verröhrung verlängert werden, so muß ein weiteres Rohr aufgesetzt werden. Die Verbindung zwischen zwei Röhren erfolgt durch Vernietung oder Verschraubung, das Einlassen der Röhren mittelst hölzerner oder eiserner Röhrenbündel durch Einrammen oder Niederpressen. Der unterste Rohrsatz wird mit einem eisernen Schuh versehen, welcher eventuelle kleine Hindernisse im Bohrloche abzutrennen und zu beseitigen vermag.

Will man das Bohrloch erweitern oder nach beendeter Bohrung die Rohre wieder gewinnen, so muß die Verröhrung aus dem Bohrloche entfernt werden. Zu diesem Zwecke bedient man sich eigener Röhrenheber oder Röhrenzieher. Haben sich die Röhren festgeklemmt, so daß es nicht möglich ist, sie aus dem Bohrloche zu entfernen, so bleibt nichts Anderes übrig, als den festgeklemmten Theil im Bohrloche selbst zu zerschneiden und stückweise herauszuziehen. Dies kann nur unter Verwendung besonderer Werkzeuge geschehen; diese Instrumente werden in

das Bohrloch eingehängt, wozu ein aus gewöhnlichen Gas-, Gestänge- oder Pumpröhren hergestelltes Röhrengestänge dient, außerdem erfordern sie noch ein durch dieses durchsteckbares Zuggestänge. Die untenstehende Abbildung stellt solch ein Röhrenabschneide-Instrument von Fauck dar.

Der Schnitt selbst wird bei diesem Werkzeuge durch ein Stahlrad ausgeführt, welches in einem Schiebergleitstücke befestigt ist; dieses findet im Körper des Unterstückes seine Führung, welches Unterstück mit dem Oberstücke des Instru-



Röhrenabschneide-Instrument. Zu Seite 155.

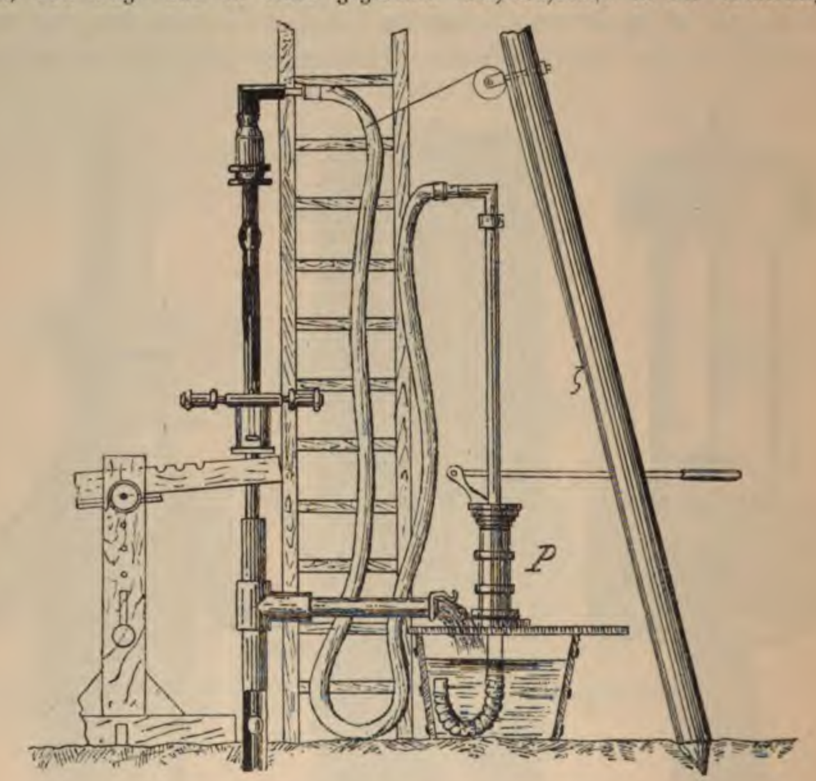
Bohrrohr-Perforirapparat. Zu Seite 156.

Nachnahmebohrer. Zu Seite 157.

mentes durch drei starke Bolzen unverrückbar verbunden ist. Mittelst des am Oberstücke angeschraubten Röhrengestänges wird das Instrument gedreht und dabei von Zeit zu Zeit das Schneidrad um ein kleines Stück vorgeschoben. Dies wird in der Weise erreicht, daß der hinter dem Gleitstücke sitzende Keil angezogen wird, was mittelst des Zuggestänges, an dessen oberem Ende ein Stück mit Flanschengewinde angeschweißt wird, geschieht, indem man das Gestänge mittelst eines Schlüssels anzieht. Läßt sich das Gleitstück nicht mehr weiter verschieben, so werden an die entgegengesetzte Seite des Unterkörpers zwei Segmente angeschraubt, zwischen welche zwei um Stahlbolzen leicht drehbare Druckwalzen aus Stahl

eingelegt werden. Diese vergrößern den Durchmesser des Instrumentes und ermöglichen es dann, dasselbe auch für Röhren mit größerem Durchmesser zur Anwendung zu bringen.

Manchmal tritt auch die Aufgabe an den die Bohrung leitenden Ingenieur heran, von Tage aus in einer gegebenen Bohrlochstiefe in die Wandung der



Methode des Wasserspülbohrers. P Pumpe. Zu Seite 157.

Verröhrung Löcher zu bohren, um Wasser, Oel ꝛc., welche durch die Verröhrung vom Bohrloche abgehalten sind, zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurden besondere Bohrrohr-Perforirapparate construirt, deren einer (Construction von Fauck) auf S. 155 abgebildet ist.

Diese Apparate bestehen aus abgedrehten, kapselartigen Körpern, welche im Innern, und zwar vollkommen abgeschlossen, den Mechanismus des Bohrers tragen. Sie besitzen für den hervortretenden Bohrer eine oder mehrere Oeffnungen, welche übrigens auch dicht genug halten, um zu verhindern, daß das Schmieröl, mit welchem der Hohlraum des Bohrapparates gefüllt ist, austreten kann. Durch eine mittlere Achse wird sowohl den Bohrern die drehende Bewegung ertheilt, als auch

deren Vorschub und Rückgang bewirkt. Ersteres wird durch Drehung der Achse hervorgerufen, während durch ihr gleichzeitiges Aufziehen beziehungsweise Senken der Bohrer vordringt, oder aus dem gebohrten Loche zurücktritt. Die mittlere Achse wird durch massive oder hohle Gestänge bis über Tag verlängert und von hier aus der Apparat in Betrieb gesetzt.

Soll die Verröhrung durch Erweiterung des Bohrloches unterhalb derselben nachgeführt werden, so benützt man eigene Instrumente, sogenannte Nachnahmebohrer, welche zwischen Bohrstange und Meißel eingefügt werden. Die vorstehenden Backen derselben bewirken dann die gewünschte Vergrößerung des Bohrlochdurchmessers. Die Abbildung auf S. 155 zeigt eine solche Vorrichtung; beim Einlassen in das Bohrloch werden die Schneidebacken mit der Hand zusammengedrückt und in das Bohrloch eingebracht; sobald sie unter der Verröhrung anlangen, öffnen sie sich vermöge eines im Innern angebrachten Druckmechanismus augenblicklich. Geht dies nicht an, so werden die Backen mittelst eines über die Meißelschneide geführten Drahtes eingebunden; beim Aufschlagen auf die Sohle des Bohrloches zerreißt dann der Meißel den Draht.


Fauck'sche Spül-Bohrmeißel. Zu Seite 157.

Bei allen besprochenen Bohrverfahren entsteht durch die Entfernung des Bohrschmantes ein großer Zeitverlust. In neuerer Zeit hat man diesen Nachtheil mit Erfolg durch die Einführung der Bohrmethoden mit Wasserspülung zu beheben gesucht. Das Princip dieser Methoden besteht darin, daß man in das Bohrloch einen Wasserstrom drückt, welcher den Schmant fortspült; auf diese Weise wird nicht nur die Entfernung des Bohrschmantes in viel kürzerer Zeit durchgeführt, sondern es braucht auch die Bohrarbeit solange nicht unterbrochen zu werden, so lange der Bohrer nicht abgenützt ist, während bei den anderen Verfahren viel früher schon das beim Bohren losgelöste Materiale weggeschafft und zu diesem Zwecke der Bohrbetrieb unterbrochen werden muß.

Das Princip des Bohrens mit Wasserspülung besteht darin, daß ein hohles Gestänge zur Anwendung gelangt, durch welches man in der Regel mittelst einer Pumpe, da man nicht immer unter natürlichem Drucke stehendes Wasser zur Hand hat, einen Wasserstrom drückt, welcher durch Oeffnungen im Meißel austritt und im Bohrloche nach aufwärts steigt; das Bohrloch muß unbedingt verrohrt werden. Mitunter geht man auch umgekehrt zu Werke, indem man den Wasserstrom an der Bohrlochwandung eintreten und im Hohlgestänge aufsteigen läßt; besonders dann

wird dieser Weg eingeschlagen, wenn im Bohrschlamme Gerölle enthalten ist, das sich an der Wand des Bohrloches festklemmen könnte. Soll der Wasserstrom jedoch den gewünschten Zweck ausüben, nämlich thatsächlich den Bohrschwand und auch Gesteinsstücke zu Tage bringen, so muß er eine gewisse Geschwindigkeit besitzen, welche umso größer ist, je größer die Gesteinsstückchen sind. Nach Catelineau sind pro Secunde folgende Geschwindigkeiten erforderlich, um den Bohrschwant zu Tage zu führen:

0·1 Meter für feinen Sand,
0·2 » » Gruß (2 Mm. Durchmesser),
0·5 » » groben Sand,
1·0 » » Kiesel (5 Mm. Durchmesser),
2·0 » » kleine Stücke von Metallen.

Der Durchmesser der Bohrlöcher wird meist mit 12—22 Cm. angenommen, als Hohlgestänge verwendet man gezogene Eisenrohre (Gasrohre oder Stahlröhren mit 30—80 Mm. Maximaldurchmesser); die Verbindung derselben erfolgt durch Schraubenmuffe, die Verbindung des Untergestänges mit dem Obergestänge durch Rutsch- und Freifallscheren. Am Bohrschwengel sind 6—8 Mann nothwendig; muß das Wasser gepumpt werden, so sind hierzu noch weitere 2—3 Mann anzustellen.

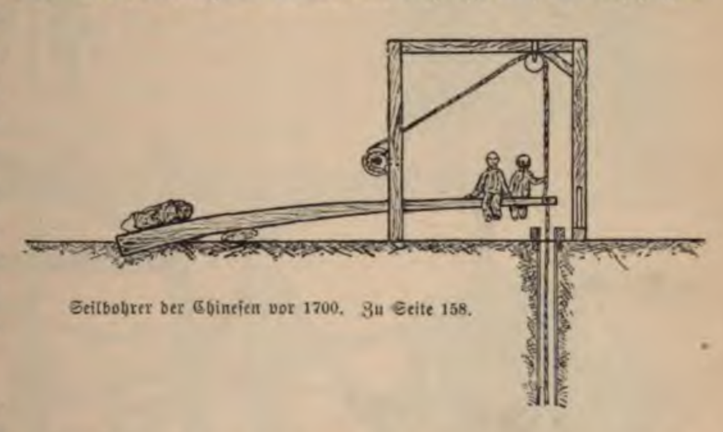
Das dänische Spritzbohrverfahren ist dadurch charakterisirt, daß man in weichen Schichten in das Hohlgestänge, welches unten in vier Spitzen ausläuft, unausgesetzt mit Hilfe einer Handdruckpumpe einen kräftigen Wasserstrahl preßt. Das Wasser steigt mit dem ausgespülten Materiale zwischen dem Hohlgestänge und einer zweiten Röhrentour, die gleichzeitig versenkt wird, in die Höhe. Dieses Verfahren eignet sich jedoch nur für den Handbetrieb und wird nur dort mit Erfolg angewendet, wo es sich um Bohrungen von geringer Tiefe in weichen Schichten, im Schwimmsand, handelt. Die Weite des Bohrloches beträgt 4—12 Cm.; in mildem Gebirge kann der Bohrfortschritt pro Stunde bis zu 0·9 Meter betragen.

Während bei den verschiedenen Methoden des Gestängebohrens der Bohrmeißel entweder dauernd oder doch zeitweise in Verbindung mit dem festen Gestänge sich befindet, fällt dieses bei der chinesischen Bohrmethode vollkommen weg und wird durch ein Hanf- oder Drahtseil ersetzt. Der Name dieses Verfahrens rührt daher, daß den Chinesen diese Art der Bohrung schon seit den ältesten Zeiten bekannt war. Auch hier wird entweder stoßend gebohrt oder die Freifallvorrichtung angewendet. In der einfachsten Anordnung ist das Seilbohren jedoch mit mannigfachen Uebelständen behaftet; das Umsetzen des Bohrmeißels erfolgt zwar selbstthätig, da sich das Seil bei dem jedesmaligen Anheben des Bohrers etwas aufdreht, jedoch sehr unregelmäßig, so daß sehr leicht die Bohrlöcher unrund werden und einer Nachbüchsung bedürfen. Ueberdies wird, wenn die Schichten nicht nahezu horizontal liegen, der Bohrer leicht von der verticalen Richtung abgelenkt und dann das Bohrloch schief. Dagegen besitzt das Seilbohren auch manchen wesentlichen Vortheil; so ist beispielsweise das Gewicht des Seiles weitaus

geringer als das des steifen Gehänges, es beträgt oft nur ein Drittel desselben und in Folge dessen sind die Anlagen auch weniger kostspielig. Dazu kommt noch, daß die Fördergeschwindigkeit wesentlich größer ist und man unter günstigen Verhältnissen Bohrlöcher im fünften bis achten Theile jener Zeit niederbringen kann wie mit der Gestängebohrung.

Das amerikanische Seilbohren oder das pennsylvanische Verfahren bildet im Wesentlichen nur eine verbesserte Abart des gewöhnlichen Seilbohrens. Es unterscheidet sich von dem letzteren durch die Einschaltung eines sehr schweren Untergestänges mit Rutschschere und durch eine bedeutend größere Hubhöhe des Bohrers, welche durch Anwendung von Dampfkraft ermöglicht wird.

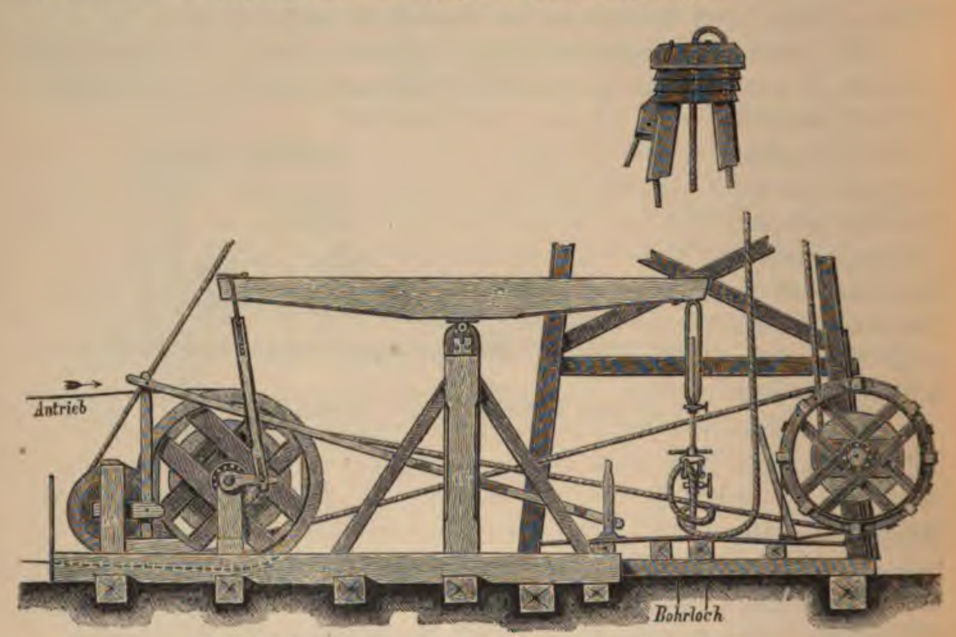
Wir haben schon wiederholt darauf hingewiesen, daß es in vielen Fällen erwünscht ist, aus der Natur des erbohrten Materiales Schlüsse auf die Beschaffenheit des Gesteins in der Tiefe ziehen zu können. Hierbei handelt es sich aber durchaus nicht immer nur um die Natur des Gesteins, ob z. B. dasselbe erzführend ist oder nicht, ob ein Kohlenflötz angefahren wurde u. s. f., häufig will man auch über die Art des Fallens der Schichten und über manchen anderen Umstand Aufklärung erhalten, welche für die Ausführung der künftigen Anlage von Schächten und Stollen oder von weiteren Bohrlöchern von Bedeutung ist. Wohl sind wir im Stande, uns aus der Beschaffenheit und den Ergebnissen der näheren mikroskopischen und eventuell chemischen Untersuchung des Bohrschmantes ein Urtheil über die Zusammensetzung der durchfahrenen Schichten zu bilden, über die anderen Punkte läßt uns aber eine solche Untersuchung vollständig im Unklaren. Es ist daher in vielen Fällen erwünscht, das erbohrte Materiale nicht in Form eines mehr oder minder feinen Pulvers zu Tage zu bringen, sondern es als Steinkern vor sich zu haben, in welchem der Wissende dann zu lesen im Stande ist wie in einem Buche.


Seilbohrer der Chinesen vor 1700. Zu Seite 158.

Schon Ingenieur M. Kind ist diesem Probleme näher getreten; er ertheilte dem Bohrer eine ringförmige Gestalt, und die Einwirkung auf das Gestein erfolgte in der Weise, daß an ein ringförmiges, hohes, cylindrisches Eisenstück 6—8 Meißel in radialer Anordnung befestigt wurden. Bei der Arbeit mit diesem Bohrer, der stoßend herabfiel, blieb ein Gesteinskern in der Mitte des Bohrloches stehen, welcher dann mittelst der Keilzange abgebrochen und herausgenommen werden konnte.

Dieses Verfahren war jedoch mit verschiedenen Uebelständen behaftet, es bildete aber eine wichtige Etappe zu einer neuen Methode des Bohrens, nämlich jener mit drehendem Bohren.

Während nämlich, wie wir gesehen haben, bei den bisher besprochenen Verfahren die Wirkung nur durch den Stoß erzielt wird, welchen der niederfallende schwere Meißel auf das Gestein ausübt, indem er dieses zermalmt, wird beim drehenden Bohren gewissermaßen ein ringförmiges Stück des Gesteins herausgeschnitten, so daß in der Mitte ein Steinkern stehen bleibt, was erreicht wird, indem man dem Bohrer selbst eine drehende Bewegung ertheilt.



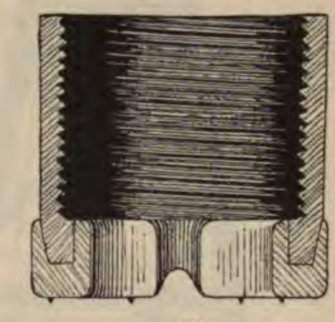
Obertägige Anlage einer amerikanischen Seilbohrung. Zu Seite 159.

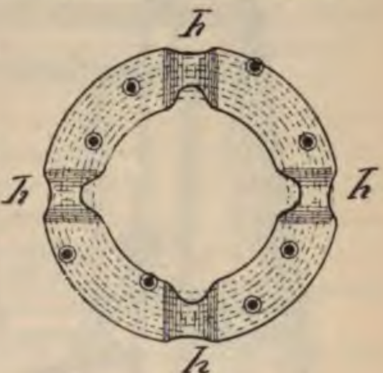
Wir können zwei Arten des drehenden Bohrens unterscheiden. Bei dem einen Verfahren übt der Bohrer einen großen Druck auf das Gestein aus und er wird langsam gedreht; diese Methode eignet sich vornehmlich für Bohrungen in weichem oder minder festem Materiale, es finden Bohrer von verschiedener Gestalt, je nach dem zu durchfahrenden Materiale, so Spiralschnecken- u. s. w. Bohrer Verwendung. Zur Geradeführung des Gestänges, welches aus quadratischen Eisenstangen gebildet wird, dient ein Bohrschacht und ein Bohrtäucher. Das Gestänge wird durch Drehhebel in Umdrehung versetzt, bei geringer Tiefe erfolgt der Antrieb durch Menschenkraft.

Bei dem anderen Verfahren, dem Diamantröhrenbohren, übt der mit Diamanten besetzte ringförmige Meißel nur einen geringen Druck auf das Gestein aus, dagegen wird der Bohrer mit großer Geschwindigkeit gedreht, er macht 150

bis 300 Touren in der Minute, wobei sich die Diamanten in das Gestein einschneiden; in der Mitte bleibt ein Kern des Gesteins stehen. Gleichzeitig wird durch das hohle Gestänge ein Wasserstrom zugeführt, welcher die Fortführung des Bohrmehles bewirkt.

Die zum Besatze der Bohrer verwendeten Diamanten — der Diamant besitzt bekanntlich von allen Körpern die größte Härte — sind schwarze Diamanten, sogenannte Carbonate aus Bahia in Brasilien. Man verwendet in der Regel jene, welche etwa Erbsengröße besitzen; ein solcher Diamant wiegt ungefähr 5 Karat und kostet 150—200 fl.; der Preis ist einem ziemlich starken Wechsel unterworfen.





Diamantbohrkrone. Zu Seite 161.

Die Befestigung der Diamanten an der Krone des Bohrers geschieht in der Weise, daß sie in Löcher eingefügt und diese dann zugestemmt werden, dann erst werden die Bohrer gehärtet. Zu diesem Zwecke macht man sie in einem Bleibade glühend, kohlt sie mit gelbem Blutlaugensalze und härtet sie dann durch Eintauchen in kaltes Wasser. Die Aushöhlungen der Bohrkrone bei h (Abbildung auf S. 161) haben den Zweck, die Circulation des Spülwassers zu gestatten.

Auf Seite 162 ist eine Einrichtung für Diamantbohrung mit Fauck'schem Bohrkrahne abgebildet. Es ist dies eine Universal-Dampfbohranlage, da mit derselben außer mit der Diamantkrone auch mit dem Freifallinstrument oder mit der Rutschschere und dem Meißel gebohrt werden kann.

Der Antrieb der Diamantbohrkrone erfolgt mittelbar durch die auf der Hauptwelle des Bohrkranzes aufgekeilte Riemenscheibe R, welche die Welle des horizontal verschiebbaren Bohrwagens betreibt.

Dieser Bohrwagen ist auf einem in der Höhe der ersten Bühne befindlichen Geleise fahrbar und functionirt in ähnlicher Weise, wie die Einrichtung von Bergrath Köbrich, indem die horizontale Bohrwagenwelle mittelst starker Winkelräder die Rotation auf die Bohrspindel überträgt. Mittelst Nuth und Feder ist diese in dem am Bohrwagen gelagerten Hülsenrade verschiebbar und hält durch das Klemmfutter f das Gestängerohr fest, dadurch die Rotation auf dasselbe übertragend. Zugleich geht die Bohrspindel, welche am anderen Ende eine weitere, aber nur lose Führung für das Gestängerohr besitzt, mit demselben nieder, soweit es ihre Länge gestattet. Außerdem hängt die Bohrspindel, und durch diese auch das

ganze Gestänge am Schwengel und ist am anderen Ende desselben so weit ausbalancirt, daß noch der beabsichtigte Druck ausgeübt wird. Die Aufhängung erfolgt durch eine doppelte Kette, welche beiderseits an dem, analog einem Wirbel, drehbar auf der Bohrspindel sitzenden und dieselbe tragenden Ring befestigt ist. Mit dem Niedergange der Bohrspindel steigt demnach auch der Bohrschwengel bis in seine höchste Lage. Dann wird durch Nachlassen der Doppelkette der Schwengel bis zum Aufliegen auf den Prellblock niedergelassen, das Klemmfutter der Bohrspindel gelüftet, dieselbe durch nun erfolgendes Anziehen der Bohrkette wieder hochgezogen, abermals festgeklemmt und die Rotation wieder in Gang gebracht. Durch Verschiebung des Gegengewichtes am Schwengel wird bei zunehmender Tiefe oder wechselndem Gesteine der Druck auf die Bohrkrone regulirt.



Einrichtung für Diamantbohrung. Zu Seite 161.

Das Spülwasser drückt eine vierfach wirkende Duplex-Dampfpumpe durch das mit Sicherheitsventil und Manometer versehene Standrohr mittelst Druckschlauches in das Gestängerohr, welches am oberen Ende mit einem Spülwirbel versehen ist.

Der Bohrmeister regulirt von seinem Stande aus durch Hebel und Schnurzüge die Tourenzahl der Rotation und den Gang der Spülpumpe bis zur völligen

Abstellung und Ingangsetzung von Antriebsmaschine und Pumpe. Ebenso ist eine Vorrichtung vorhanden, welche es gestattet,. im Bedarfsfalle durch die Riemenabstellung am Bohrwagen die Bohrkrone sofort zum Stillstande zu bringen.

Das Einlassen und Aufziehen des Bohrzeuges erfolgt ausschließlich unter Verwendung eines Bandseiles. Zur Bewältigung des großen Gewichtes des Gestängerohres bei zunehmender Tiefe wird in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise das Bandseil über einen einfachen Flaschenzug geführt, welcher aber meist erst dann zur Anwendung gelangt, wenn schon eine größere Tiefe erreicht worden ist.

Während des Gestängeziehens und Einlassens wird selbstverständlich der Bohrwagen zur Seite geschoben, das Gleiche ist der Fall, wenn statt der Rotationsbohrung die Meißelbohrung mit Freifallinstrument oder eine Rutschschere zur Anwendung kommt.

Die Leistungen des Diamantbohrens sind natürlich nach der Härte des Gesteins sehr verschieden. So bohrte man in einer Minute im Quarz 25, im Granit 50—75, im Dolomit 80—100, im festen Sandsteine 100 und im milden Sandsteine 112 Mm. tief. Als Maximalleistung wurden bei ungestörtem Betriebe in 24 Stunden 27 Meter erbohrt, als mittlere Durchschnittsleistung kann man einschließlich der Nebenarbeiten pro Tag 7 Meter rechnen. Fauck erzielte mittelst Diamantbohrung, combinirt mit Freifall, im Buntsandstein und Gypsmergel in Oberschlesien in 24 Stunden eine Maximalleistung von 58 Meter.

Sehr interessant sind die Angaben, welche Höfer über die durch Bergrath Köbrich ausgeführte Diamantbohrung zu Paruschowitz in Oberschlesien mittheilt. Bis 102 Meter Tiefe bohrte man im diluvialen Sand, Thon und tertiärem Tegel mit der Schappe, und von da weiter im Steinkohlengebirge mit Diamantkronen. Die Bohrarbeiten währten vom 26. Januar 1892 bis 27. Mai 1893, die erreichte Tiefe betrug 2002·34 Meter, der Anfangsdurchmesser des Bohrloches 320, der Enddurchmesser 69 Mm.

Das gesammte Bohrgestänge wog 13.875 Kgr. Da die erreichte Tiefe 2003·34 Meter betrug, so wurden also in 399 Arbeitstagen im Tagesdurchschnitte 5·01 Meter erbohrt. Ohne Amortisation der Anlagekosten und ohne Gestängeverlust kostete die Bohrung 75.225 Mark oder jedes laufende Meter rund 37·57 Mark. Die Temperatur in 1959 Meter Tiefe betrug 69·3° C.

In neuerer Zeit kommen häufig combinirte Tiefbohranlagen für stoßendes und drehendes Bohren zur Anwendung, wobei immer Wasserspülung in Verwendung steht. Der Erfinder dieses Systemes ist Bergrath Köbrich; dasselbe hat sich bei zahlreichen Bohrungen, die auf Rechnung des preußischen Staates zur Ausführung gelangten, vortrefflich bewährt. Das Bohren geschieht hier in den oberen, gewöhnlich milden Gebirgsarten drehend von Hand mit der Schappe; innerhalb jener etwa vorkommenden Geschiebeblöcke oder wenig mächtige harte Gesteinslagen werden mittelst eines hohlen Kreuzmeißels am Hohlfreifallinstrumente zerschlagen

11*

oder durchstoßen; nach Erreichung des festen Gebirges wird dann bis zu Ende mit der Diamantkrone gebohrt.

Einer der am häufigsten beim Bohren mit der Diamantkrone auftretenden Unfälle besteht darin, daß sich Diamanten aus der Fassung loslösen. Dann bleibt nichts übrig, als das Gestänge auszuziehen und zu versuchen, des Diamanten wieder habhaft zu werden. Zu diesem Zwecke läßt man einen Fangtrichter, welcher mit weichem Lehm oder Kitt ausgekleidet ist, bis auf die Sohle des Bohrloches nieder, wo man ihn einigemale auffallen läßt. Dann drückt sich in der Regel der Diamant in die weiche Masse ein und wird zu Tage gezogen.

Ein anderes Hinderniß, welches sich dem raschen Fortschreiten der Bohrarbeit entgegenstellt und nicht nur beim Diamantbohren, sondern beim Gestängebohren überhaupt zu langen Aufenthalten Anlaß geben kann, wird durch einen Bruch des Bohrgestänges verursacht. Dann gelangen verschieden geformte Instrumente zur Anwendung, deren Zweck es ist, das abgebrochene Ende des Bohrgestänges zu fassen und aufzuholen. Ein solches Werkzeug ist der Glückshaken, ferner die Fangglocke, der Fangdorn u. s. f., mittelst welcher das abgebrochene Gestänge umfaßt wird, der Glückshaken führt aber nur dann sicher zum Ziele, wenn das abzufangende Gestänge mit einem Bunde versehen ist, an welchem sich der Haken festlegen kann. Es ist dies unter Umständen eine höchst schwierige und zeitraubende Arbeit, welche noch dadurch complicirter werden kann, daß sich das abgebrochene Ende des Gestänges in einer durch Nachfall entstandenen Höhlung, beziehungsweise Erweiterung des Bohrloches verklemmt. Häufig bleibt kein anderer Ausweg, als das Gestänge theilweise im Bohrloche zu zertrümmern, wobei dann besonders geformte Bohrkeulen oder auch Sprengungen mit kleinen Dynamitmengen zur Anwendung gelangen. . . .


Fangglocke und Fangdorn. Zu Seite 164.

Die ersten größeren Erdbohrungen wurden in Paris ausgeführt, und zwar zu dem Zwecke, die Stadt mit gutem Trinkwasser zu versorgen. Es war das Verdienst des schon wiederholt genannten deutschen Ingenieurs Kind, der mit seltener Zähigkeit und Energie diese Bohrungen durchgeführt und hierdurch seinem Verfahren zum Siege verholfen hat. Die erste dieser Bohrungen wurde im Jahre 1833 begonnen. Wohl wurden in der Folge Bohrungen von weit größerem Umfange und Tiefe hergestellt, und wurde auch das Bohrgeräthe wesentlich verbessert, aber eben weil in jener Zeit noch nicht so vollkommene Mittel zu Gebote standen, und weil gerade diese Bohrungen zu Paris ein schönes Zeugniß für die Macht des Willens und der Energie geben, welche schließlich doch die schwierigsten Hindernisse zu überwinden vermag, wollen wir diese auch historisch interessanten Bohrarbeiten in Kürze besprechen.

Paris litt von jeher an einem empfindlichen Wassermangel, und die Mehrzahl der Bewohner mußte sich mit nur nothdürftig filtrirtem Seinewasser behelfen. Da beschloß die städtische Verwaltung die Anlage von artesischen Brunnen, wofür nach dem durch die späteren Thatsachen glänzend bestätigten Ausspruche der Fachgelehrten gerade das Seinebassin die günstigsten Vorbedingungen bietet. Paris liegt im Mittelpunkte eines geologischen Beckens, welches durch eine Reihe von concentrischen Schichten gebildet wird, die sich umsomehr erheben, je mehr sie sich von jenem Centrum entfernen. In unmittelbarer Nähe der Riesenstadt beginnend erstrecken sich nach Osten hin die tertiären Hochebenen von La Brie, auf welche die große Kreideebene der Champagne folgt, überhöht von dem aus festem Muttergesteine bestehenden jurassischen Vorbergen des Barrois und Lothringens. Diese concentrischen Abstufungen beschreiben rings um die Stadt eine sechsfache Umwallung, welche sich von den Ardennen bis zum Thale der Loire ausdehnt. Von jenen geologischen Schichten bildet die zur unteren Kreideformation gehörende Ablagerung des Grünsandes das eigentliche Reservoir jener artesischen Brunnen, die man zur Wasserversorgung der Seinestadt erbohrt hat. Es sollten zuerst sechs hergestellt werden; der Plan wurde aber später auf vier Brunnen eingeschränkt.



Glückshaken. Zu Seite 164.

Der erste artesische Brunnen wurde in den Jahren 1833—1841 in der früheren Vorstadt Grenelle erbohrt; er hat eine Tiefe von 560 Meter und eine tägliche Förderung von 3000 Cbm. Das Wasser besitzt eine Temperatur von 24° R. und steigt in einem Rohre 16 Meter über den Boden empor.

Ein noch großartigerer Brunnen wurde 1854 in der Vorstadt Passy durch Kind in Angriff genommen und nach Ueberwindung gewaltiger Schwierigkeiten 1861 auch glücklich beendet. Als man mit dem Bohrloche schon bis auf eine Tiefe von 537 Meter vorgedrungen war, wurde plötzlich, 32 Meter unter der Erdoberfläche, ein Rohr aus starkem Eisenblech, mit welchem das Bohrloch verrohrt war, durch den gewaltigen Druck der umgebenden Thonschichten zerquetscht, und es blieb nun nichts Anderes übrig, als von oben einen größeren Schacht bis auf den festen Kalkstein, der in einer Tiefe von 48 Meter begann, niederzutreiben. Dann erst konnte man, nach Verlauf zweier Jahre, die Arbeit weiterführen. Unmittelbar vor

der Vollendung gab es noch einen zweiten größeren Zwischenfall, der leicht verhängnißvoll hätte werden können. Der ganze Brunnen sollte mit einer Auszimmerung von starkem Holzwerke, das durch Eisen fest verbunden war, versehen und diese als ein Ganzes hinabgelassen werden. Unten hatte man ein langes Rohr aus Bronze befestigt, dessen frei aus der Holzverkleidung hervorstehender Theil durchlöchert war, um dem Wasser sofort bei Erreichung der wasserführenden Schichten das Eindringen zu ermöglichen. Das Röhrensystem wurde glücklich bis zu einer Tiefe von 550 Meter abgetrieben, dann aber saß es fest und war nicht mehr zu bewegen. Man mußte nun ein Rohr aus Eisenblech, welches einen geringeren Durchmesser besaß, durch das erste hindurchschieben und stieß damit endlich in einer Tiefe von 591 Meter auf Wasser. Die Wassermasse dieses ersten Brunnens betrug in den ersten 24 Stunden 6300 Cbm., stieg aber am folgenden Tage auf 11.000 und beträgt jetzt durchschnittlich 8000 Cbm. pro Tag.

Als der Brunnen zu Passy in Thätigkeit trat, fiel das Wasserquantum, welches jener zu Grenelle in der Minute lieferte, von 640 auf 430 Liter. Das Wasser beider Brunnen hat die gleiche Temperatur; das des Brunnens zu Passy ist zwar sehr rein, aber doch nicht zum Trinken geeignet und dient daher zur theilweisen Versorgung des Bois de Boulogne.

Der dritte, erst vor relativ kurzer Zeit vollendete Brunnen befindet sich auf dem Hebert-Platz, er hat eine Arbeitszeit von über 22 Jahren erfordert und gegen $2^1/_2$ Millionen Francs gekostet. Er liegt im Chapelle-Viertel, in der Nähe der Gasfabrik und der Station der Gürtelbahn, und soll mehreren Arondissements, die bisher meist auf das Wasser des Canales de l'Ourq angewiesen waren, gesundes und reines Wasser in hinreichender Menge liefern. Das Gewicht der Verröhrung dieses Brunnens beträgt 400.000 Kgr.; die Rohre haben einen inneren Durchmesser von 1·06 Meter und eine Wandstärke von 2 Cm. Auch hier kam es während des Baues im Jahre 1874 vor, daß die eingeführten Röhren auf eine Länge von 100 Meter durch die umgebenden Erdmassen eingedrückt wurden, was die Vollendung des Werkes ungemein verzögerte. Es blieb nämlich nichts Anderes übrig, als die zerquetschten Röhren mittelst Stahlbohrer in kleine Stücke zu zertheilen, welche dann wie der Bohrschlamm mittelst Pumpen heraufgeholt werden mußten. Die Tiefe dieses Brunnens beträgt 719·2 Meter. — — — —

Waren die Schurfarbeiten von Erfolg begleitet, hat man auf die verschiedenen Fragen, welche dabei gestellt wurden, eine befriedigende Arbeit erhalten, so wird an die Ausführung des Abbaues, d. h. zu der systematischen Gewinnung der nutzbaren Erze oder Mineralien geschritten.

Bei der hohen Bedeutung, welche der Bergbau im Laufe der Jahrhunderte erlangte, war es nur natürlich, daß sich auch die Gesetzgebung mit diesem wichtigen Zweige der Urproduction befaßte und die Erwerbung des Bergwerkseigenthumes, das Schürfen, den Betrieb der Bergwerke u. s. f. durch besondere Bestimmungen regelte, diese bilden den Inhalt des Bergrechtes.

Schon zur Zeit der Griechen und Römer ging man in dieser Hinsicht nach gewissen, feststehenden Grundsätzen vor, deren wichtigster wohl jener war, daß das Recht zum Bergbaue als untrennbar mit dem zu Recht bestehenden Grundbesitze verbunden betrachtet wurde. Es stand somit jedem Besitzer von Grund und Boden das Recht zu, auf demselben nach Belieben Bergbau zu betreiben und nach Erzen zu schürfen. In eroberten Ländern galt der Staat selbst als Grundeigenthümer, und dementsprechend blieb der Bergbau dort auch häufig dem Staate selbst vorbehalten, der dann die Kriegsgefangenen zum Betriebe der vorgefundenen oder neu eröffneten Bergwerke verwendete. Die Grundsätze der Bergbaufreiheit sind jedoch deutschen Ursprunges.

Nach der ältesten auf uns überkommenen Aufzeichnung des deutschen Bergrechtes, dem Iglauer Bergrechte, war jeder Bürger der Gemeinde zum Bergbaue berechtigt, und der erste Finder war befugt, die Zumessung eines bestimmten Districtes zum Bergwerksbetriebe zu verlangen. Da nun deutsche Bergleute sich bald in alle Lande zerstreuten, um dort ihre Kunst, wegen welcher sie im hohen Ansehen standen, zu betreiben, so darf es uns nicht Wunder nehmen, daß nahezu alle Bergrechte entweder ganz oder doch theilweise mit dem alten deutschen Bergrechte übereinstimmend waren, denn die deutschen Bergleute verpflanzten ihr Bergrecht, in welchem sie aufgewachsen waren, überall dorthin, wo sie sich niederließen.

Kaum war jedoch die allgemeine Bergbaufreiheit zur allgemeinen Anerkennung gelangt, so erstand ihr ein mächtiger Gegner, mit welchem sie auch lange Zeit im steten Kampf und Hader lag, in dem Bergregal. Mit diesem Worte bezeichnete man den Anspruch, welchen die deutschen Kaiser auf das Bergwerkseigenthum und den Bergbau selbst erhoben. So erließ Kaiser Friedrich I. 1158 eine Urkunde, die Constitutio de regalibus, in welcher die Silberbergwerke und die Einkünfte aus den Salinen als Gegenstände des Regales angeführt wurden. Diese Bestimmungen des Bergregales wurden zwar nicht allgemein anerkannt, doch eine Zeit lang stillschweigend ertragen; aber schon im XIII. Jahrhundert sehen wir, daß die Bergbaufreiheit, das Bergregal und das Recht des Grundeigenthümers, welch letzteres insbesondere der »Sachsenspiegel« als Befugniß zum Bergbaue anerkennt, um die Herrschaft kämpfen. Erst die im Jahre 1356 von Karl IV. erlassene »Goldene Bulle« machte diesem Streite ein vorläufiges Ende, indem sowohl das kaiserliche Bergregal, als auch des Recht des Grundeigenthümers auf den Bergbau beseitigt, dafür aber den Kurfürsten das Bergregal auf alle Metalle und auf Salz zugesprochen wurde. Wohl blieb zwar die Bergbaufreiheit neben dem landesherrlichen Bergregale bestehen, doch nach und nach bildete sich die Anschauung aus, daß die Erze ursprünglich Eigenthum des Landesherrn seien, und nur dann dem Muther und Finder ein Recht auf diese erwachse, wenn sie vom Landesherrn aus als frei erklärt wurden. Durch die neuere deutsche Berggesetzgebung wurde aber der Begriff des Bergregales vollständig beseitigt und die Bergbaufreiheit uneingeschränkt wieder hergestellt.

Die Erwerbung des Bergwerkseigenthumes erfolgt durch das Finden, die Muthung und die Verleihung. Die Muthung (in Oesterreich Verleihungsgesuch genannt) ist die förmliche Handlung, durch welche das Bergwerkseigenthum an einer gefundenen Lagerstätte in Anspruch genommen wird. Sie muß bei der zuständigen Behörde in Form einer schriftlichen oder protokollarischen Erklärung unter genauer Bezeichnung des Fundortes und des gemutheten Minerales erfolgen, wobei sie aber nur giltig ist, wenn thatsächlich schon vorher das gemuthete Mineral an der bezeichneten Stelle entdeckt wurde.

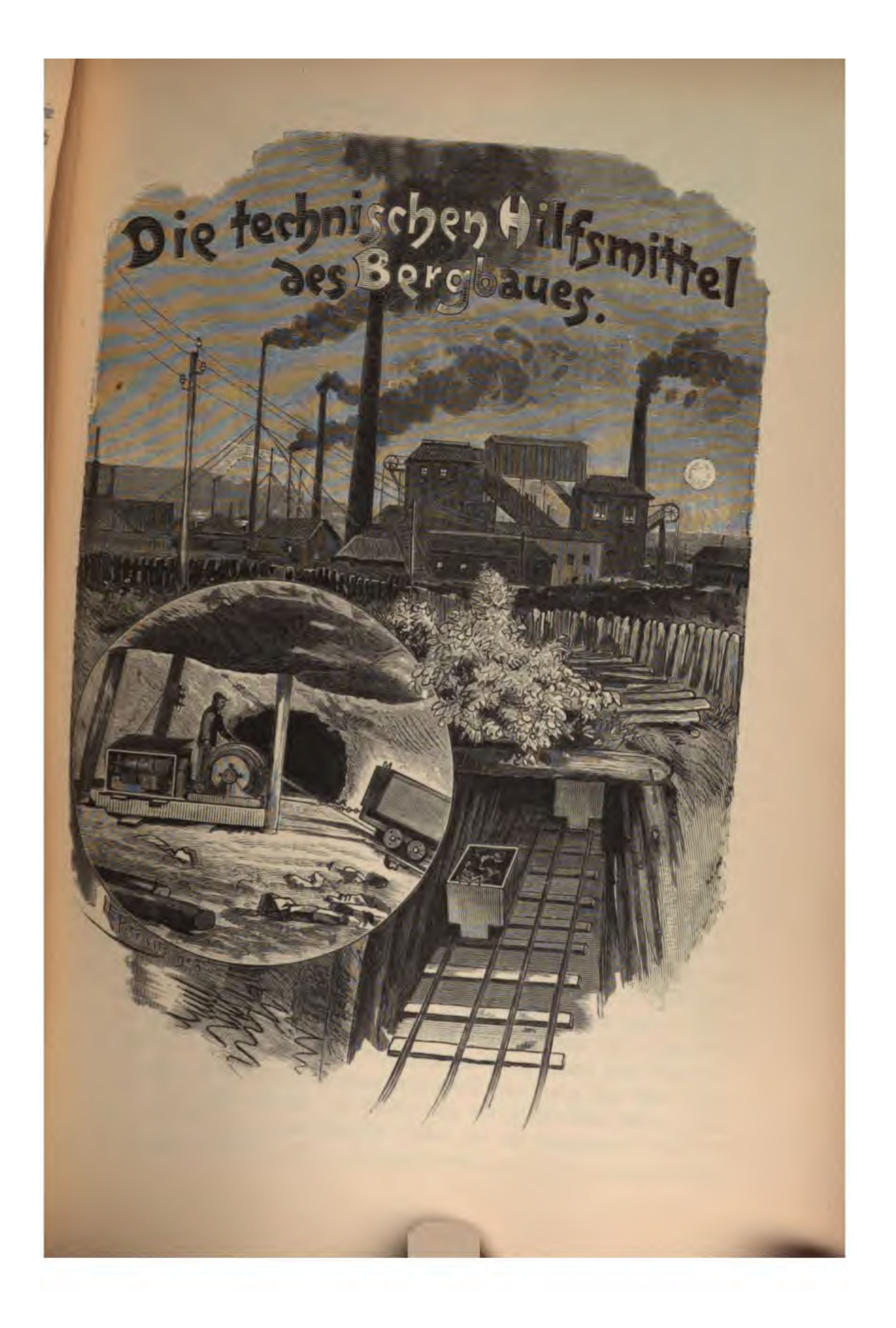
Der Bergbau kann sowohl von einzelnen Personen als auch von Gesellschaften betrieben werden; die an einem Bergwerke Mitbetheiligten bilden eine Gewerkschaft. Die Idealtheilung des gewerkschaftlichen Vermögens erfolgt nach Kuxen, welche nach gemeinen Bergrechte einerseits ideelle Theile des Bergwerkes, andererseits Antheile an dem gesammten gewerkschaftlichen Vermögen darstellen. Es besteht somit eine gewisse Beziehung zwischen dem Begriffe des Kuxes und jenem der Actie; während jedoch letztere nur eine bestimmte Capitalseinlage ausdrückt, entspricht der Kux einer bestimmten Quote des Betheiligungsverhältnisses, und zwar nach altem Rechte $^1/_{128}$, nach neuerem $^1/_{100}$, und nur mit Genehmigung der oberen Bergbehörde kann bei besonders werthvollen Bergwerken noch eine weitere Theilung in Tausendstel oder Zehntausendstel erfolgen.

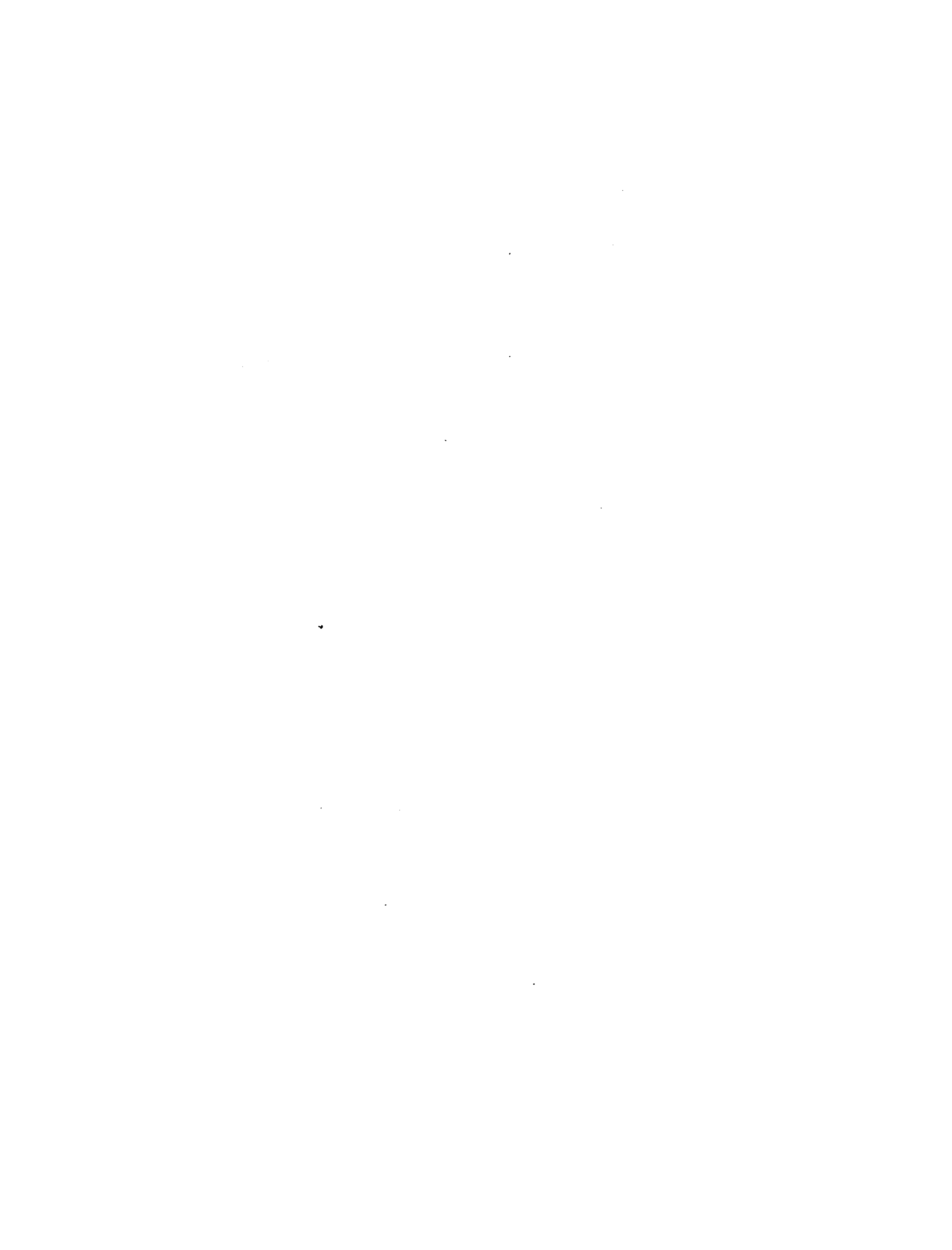
Es würde uns zu weit führen, wollten wir diese in mancher Beziehung ungemein interessanten Bestimmungen des Bergrechtes näher verfolgen. Aus dem Mitgetheilten ersehen wir aber mit vollster Deutlichkeit, daß man schon von altersher die hohe wirthschaftliche Bedeutung des Bergbaues erkannte und deshalb bestrebt war, dem Staate die Oberhoheit darüber zuzuerkennen. Und in der That hat dieses Streben nicht nur seine volle Berechtigung, sondern es ist auch die Nothwendigkeit vorhanden, daß der Staat als solcher die Oberaufsicht über das Bergwesen führt, sonst wäre der Conflicte kein Ende. Ferner ist es auch unerläßlich, daß der Staat durch seine Organe eine Controle über die Art und Weise des Betriebes ausübt, um Unglücksfälle nach Möglichkeit zu verhüten. . . .

Wir haben nun die Grundlagen des Bergbaues, sowie das Schürfen besprochen und wenden uns dem Abbaue und den Gewinnungsarbeiten zu. Dabei werden wir aber auch die verschiedenen maschinellen Hilfsmittel des modernen Bergbaues zu besprechen haben, sowie die mächtigen Helfer, welche ihm in den Sprengmitteln erwachsen sind, überhaupt die technischen Hilfsmittel des Bergbaues.

Diesen Abschnitt glauben wir aber nicht besser beschließen zu können als mit den Worten des Altmeisters Goethe:

Bringst Du die Natur heran,
Daß sie jeder nützen kann,
Falsches hast Du nie ersonnen,
Hast der Menschen Gunst gewonnen!


Die technischen Hilfsmittel des Bergbaues.





Leicht steigen wir mit frohem Sinn
Die steile Fahrt hernieder,
Ein Jeder geht zur Arbeit hin,
Es regt sich Alles wieder.
Man hört des Pulvers Donnerknall,
Des Schlägels und des Eisens Schall,
Der Hunde Räderlauf.
Glück auf! Glück auf! Glück auf!
Bergmannslied.

Wir haben schon wiederholt Gelegenheit genommen darauf hinzuweisen, mit welch primitiven Mitteln in früheren Zeiten der Bergbau betrieben wurde. Ganz abgesehen davon, daß das zur Verfügung stehende Werkzeug noch sehr vieles zu wünschen übrig ließ, waren auch jene Maßnahmen, die uns heute unerläßlich scheinen, wie die regelrechte Wasserhaltung, Ventilationsanlagen, Hilfsmittel zur leichten und raschen Beförderung sowohl der Belegschaft als auch des Erzes aus der Grube u. s. w., entweder überhaupt nicht vorhanden, oder durch höchst primitive Einrichtungen vertreten. In dem Maße jedoch, als der Bergbau immer mehr an Bedeutung gewann, als die Nachfrage nach seinen Producten stieg und man daran gehen mußte, die vorhandenen Gruben intensiver zu betreiben, und neue Fundstätten erschlossen wurden, trat auch in dieser Hinsicht eine Wandlung ein.

Man strebte danach, die Production der Gruben zu vergrößern, und man erreichte dies dadurch, daß man wenigstens theilweise die Handarbeit, welche ursprünglich Alles leisten mußte, durch Maschinen ersetzte. Diesem Streben kam die Dampfkraft in ganz ungeahnter Weise zu Hilfe, indem sie es gestattete, Lasten zu fördern, welche hunderte von Menschen nicht von der Stelle zu rücken im Stande wären, welche aber die Dampfmaschine spielend in wenigen Minuten emporhebt. Der Riese Dampf dient aber nicht blos diesem Zwecke, er muß auch für die Entfernung der Grubenwässer sorgen, indem er Tag und Nacht die Pumpen in Bewegung erhält; er muß Ventilatoren in Bewegung setzen, welche die tiefgelegenen Strecken mit frischer Luft versehen, und es giebt mehr denn ein Bergwerk, in welchem das Wohl und das Wehe der in der Tiefe thätigen Häuer in erster Linie von dem richtigen Functioniren einer Maschine abhängt; würde diese plötzlich aufhören zu arbeiten und einige Zeit stille stehen, so wäre der Bau bald entweder mit Wasser oder mit irrespirablen Gasen erfüllt.

Auch das Werkzeug, das Gezähe, dessen sich der Bergmann bedient, ist nicht nur vielfach verbessert und vervollkommt worden, es wurden auch neue Vor-

richtungen ersonnen, die einerseits ein leichteres, andererseits ein rascheres Arbeiten ermöglichen. In dieser Hinsicht müssen wir in erster Linie der Bohrmaschinen gedenken, welche es gestatten, in ebensovielen Stunden ein Bohrloch selbst in hartes Gestein zu treiben, als sonst bei Handarbeit Tage nöthig gewesen wären. Allerdings ist die Anwendung der Bohrmaschine keine allgemeine, da einerseits zu ihrer Verwendung besondere Maßnahmen erforderlich sind, und andererseits solch ein Instrument ziemlich theuer ist, doch sehen wir sie dort allgemein in Verwendung stehen, wo es um rasches Vorwärtskommen zu thun ist, so besonders bei großen Tunnelbauten.

Die Bohrmaschinen führen uns aber zu weiteren Hilfsmitteln des modernen Berg- und Tunnelbaues, welche noch gewaltiger sind als der Dampf, nämlich zu den Sprengmitteln. Welcher enorme Fortschritt war es schon, als dem Bergmann im Schwarzpulver ein Mittel in die Hand gegeben wurde, mit dessen Hilfe er im Stande war, beinahe mühelos mächtige Felspartien plötzlich loszutrennen, wo sonst Schlägel und Eisen tagelang in steter Bewegung sein mußten. Das alte Schwarzpulver ist aber geradezu harmlos im Vergleiche mit den Errungenschaften dieses Jahrhundertes, mit dem Dynamit und der Sprenggelatine. Und da in Schlagwettergruben mit der Anwendung dieser Sprengmittel immer eine gewisse Gefahr verbunden ist, so hat die Sprengtechnik nicht eher geruht, als bis in den Wetterdynamiten Hilfsmittel erfunden waren, deren Anwendung nun eine nahezu vollkommen gefahrlose ist.

Auf eine besonders hohe Stufe wurde der Bergbau jedoch gebracht, als man den Werth der Steinkohle erkannt hatte, als dieselbe ein unentbehrliches Hilfsmittel des modernen Verkehres und der Industrien geworden war. Die nun erforderlichen Mengen steigerte die Production an Kohle in ganz unerwarteter Weise, der Kohlenbergbau nahm eine ungeahnte Ausdehnung an, und gerade diesen Umständen ist es zu danken, daß all die technischen Hilfsmittel ersonnen wurden, welche heute in Verwendung stehen. Eigentlich erst von diesem Zeitpunkte ab wurde der Bergbau zur Wissenschaft, und die meisten Vervollkommnungen und Verbesserungen sind dem Kohlenbergbau zu verdanken.

Der Anstoß zu der großartigen Entwickelung des Bergbaues war also durch die Anwendung der Dampfmaschine und der Sprengmittel gegeben. In jüngster Zeit hat sich jedoch noch eine dritte Kraft hinzugesellt, es ist dies die Elektricität. Wenn auch deren Anwendung im Bergbaubetriebe heute noch eine relativ geringe ist, so können wir doch schon den Zeitpunkt voraussehen, wo sie auch hier, wie schon heute auf so vielen anderen Gebieten, sich zur siegreichen Herrscherin aufgeschwungen haben wird. Und dies dankt sie dann nur dem Umstande, daß wir die Elektricität beliebig umwandeln und als solche Kraftäußerungen auftreten lassen können, wie wir ihrer eben bedürfen. In der Glühlampe verbreitet sie ein helles und vollkommen gefahrloses Licht, im elektrischen Ofen können wir mit ihrer Hilfe enorme Temperaturen erzeugen, bei welchen sich sogar das Platin zu ver-

flüchtigen beginnt, vor Ort kann sie zum Antriebe der Bohrmaschinen dienen, und schließlich vermag sie auch chemische Wirkungen auszuüben, welche zur Vervollkommnung und Vereinfachung metallurgischer Processe benützt werden. Die so vielseitige Verwendbarkeit der Elektricität wird aber noch durch den Umstand wesentlich gefördert, daß ein dünner Draht genügt, um sie auf weite Strecken von der Erzeugungsstelle fortzuführen und sie dort in jener Form zu verwenden, in welcher sie eben benöthigt wird.

In jedem Bergwerke sind bedeutende Arbeitsleistungen erforderlich, welche den verschiedensten Zwecken zu dienen haben, so zum Betriebe der Maschinen über und unter Tage und vor Ort, zur Förderung, zur Wasserhaltung, zur Bewetterung der Gruben und zu vielen anderen Zwecken. Die Stellen jedoch, an welchen die maschinelle Arbeit zu verrichten ist, sind in der Regel räumlich weit von einander entfernt und ein Theil derselben befindet sich unter Tage, ein Umstand, der die Versorgung eines Bergwerksbetriebes mit der erforderlichen Kraft mitunter ganz wesentlich erschwert.

Die Beschaffung dieser Kraft kann nun auf zwei Wegen erfolgen. Entweder wird sie an Ort und Stelle erzeugt, was jedoch weitaus seltener der Fall zu sein pflegt, oder sie wird von einer Centralanlage den verschiedenen Verbrauchsstellen zugeführt. Früher diente ausschließlich der Dampf zur Uebertragung der Kraft, später gelangten Druckwasser und Druckluft zur Verwendung, und endlich fand in der jüngsten Zeit die Elektricität zu diesem Zwecke eine immer größere Anwendung. Bei der Wichtigkeit der Kraftübertragung und Kraftvertheilung für den geregelten Betrieb eines Bergwerkes ist es wohl von Interesse, diesen Verhältnissen und den großen Vortheilen, welche mit der Kraftübertragung durch Elektricität verbunden sind, näher zu treten.

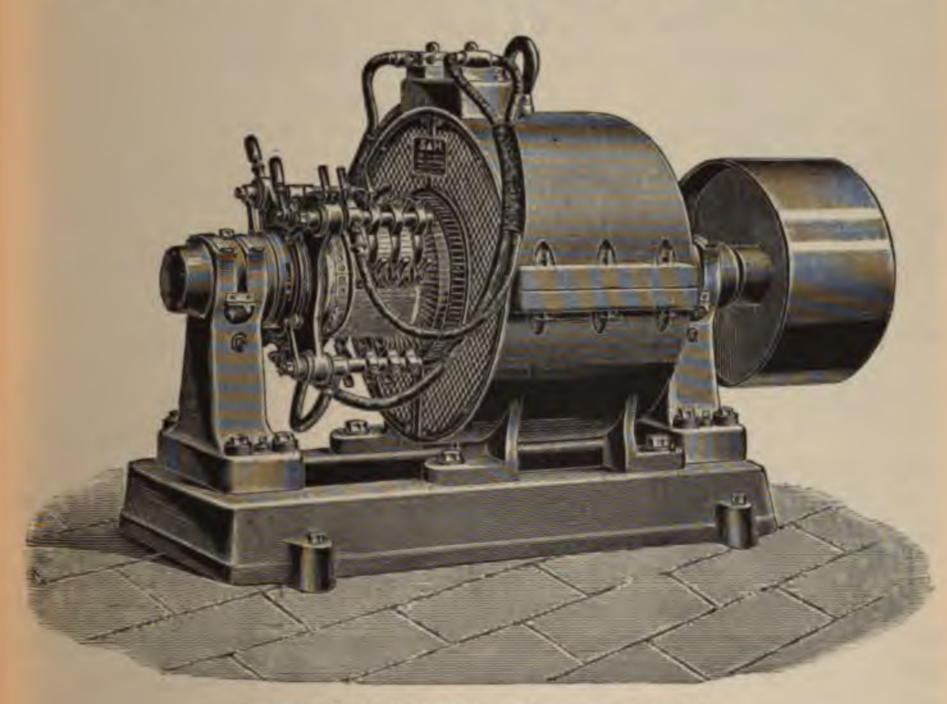
Die Kraftübertragung mittelst Dampfrohrleitungen, in der Weise, daß von einer über oder unter Tage befindlichen Kesselanlage der Dampf in Rohrsträngen nach dem Orte des Verbrauches geführt wird, ist mit den verschiedensten Uebelständen behaftet. In ausgedehnteren Grubenbetrieben müssen diese Dampfrohrleitungen naturgemäß eine bedeutende Länge erhalten, und dann sind die Verluste durch Wärmeausstrahlung sehr groß, bei schlechten Rohrleitungen und wenn dieselben nur mangelhaft gegen Wärmeverluste geschützt sind, können dieselben bis zu 40 Procent betragen. Da der in den Rohren befindliche Dampf eine hohe Temperatur besitzt, dehnen sich diese nicht unbedeutend aus, durch Einfügung dehnbarer Stücke muß daher der Verlängerung und der bei Abkühlung eintretenden Zusammenziehung der Rohre ein entsprechender Spielraum geschaffen werden. Trotzdem ist diese Ausdehnung und Zusammenziehung der Rohre die Ursache vieler und zeitraubender Störungen, in manchen Fällen zieht man es daher sogar vor, die Leitungen beständig unter Dampf zu halten, auch wenn die angeschlossenen Dampfmaschinen längere Zeit außer Betrieb sind. Dadurch wird allerdings die Leitung conservirt, die Betriebskosten sind aber auch wesentlich höhere. Ein

weiterer und durchaus nicht zu unterschätzender Uebelstand ist ferner noch, daß durch solche Dampfleitungen die in der Regel ohnedies schon bedeutende Temperatur in den Strecken noch weiter, mitunter bis ins Unerträgliche, gesteigert wird, ja daß hierdurch sogar der Zug der Grubenwetter störend beeinflußt werden kann. Alle diese Uebelstände waren somit danach beschaffen, einem anderen Systeme der Kraftübertragung, welches nur einigermaßen von den geschilderten Nachtheilen frei ist, viele Anhänger zu verschaffen.

Man glaubte, dieses System in der Kraftübertragung mittelst Druckluft gefunden zu haben. Hier wird mittelst geeigneter Maschinen Luft auf mehrere Atmosphären comprimirt und in Rohrleitungen nach den Stellen des Verbrauches geleitet, wo sie, analog dem Dampfe, durch Expansion zu wirken und Maschinen zu betreiben im Stande ist. Doch auch dieses System ist von Nachtheilen nicht frei. Einerseits sind Energieverluste durch Abkühlung der comprimirten Luft, welche sich während der Compression bedeutend erhitzt, unvermeidlich, andererseits kühlt sich aber die comprimirte Luft, sobald sie expandirt, wieder bedeutend ab, und dies bringt in solchen Räumen, in denen Druckluftmotoren aufgestellt sind, eine fühlbare Temperaturerniedrigung hervor, welche unter Umständen sogar zur Eisbildung führen kann. Kleine Undichtigkeiten in den sehr sorgfältig zu verlegenden Druckluftleitungen bedingen große Verluste an Kraft und können in der Regel nur schwierig aufgefunden werden; läßt man Druckluftmotoren mit Vollfüllung, also ohne Expansion, arbeiten, so vermeidet man allerdings die beträchtliche Abkühlung und Eisbildung, der Nutzeffect beträgt dann aber auch nur 40 bis 50 Procent. Einen großen Vortheil besitzt jedoch der Betrieb mit Druckluft vor allen anderen Arten der Kraftübertragung, welcher unter Umständen von hoher Bedeutung sein kann: die Abluft versorgt eigentlich gratis die Grube mit frischen Wettern und außerdem wird die oft hohe Temperatur auch herabgesetzt.

Auch die Kraftübertragung mittelst Druckwasser bedingt die Anlage einer äußerst sorgsam verlegten Rohrleitung. Wird die Wasserentnahme an einer Stelle, wie dies beispielsweise bei Abstellung einer Maschine geschehen muß, rasch unterbrochen, so bringt die lebendige Kraft der im Rohrstrange sich bewegenden Wassermasse Stöße hervor, deren schädliche Wirkung wohl durch Einschaltung von Windkesseln vermindert werden kann, die aber nur allzuhäufig die Ursache von Rohrbrüchen sind. Auch die Fortschaffung der Abwasser verursacht mitunter bedeutende Schwierigkeiten, besonders dann, wenn die Strecken nicht nach dem Schachte abfallen. Dann müssen besondere Pumpen aufgestellt werden, welche die Abwasser zur Wasserhaltung heben. Schließlich ist noch zu bedenken, daß Kraftübertragungen mit Hilfe von Druckwasser nur dann einen halbwegs guten Wirkungsgrad besitzen, wenn die Belastung der Anlage stets die gleiche ist, wenn sich also die durch das Druckwasser betriebenen Motoren unausgesetzt in Thätigkeit befinden. Dies ist jedoch nur sehr selten der Fall, und alle diese Uebelstände machen es erklärlich, daß Druckwasseranlagen sehr spärlich im Bergbaue anzutreffen sind.

Wird dagegen die Kraft in Form von Elektricität übertragen, so fällt eine namhafte Zahl der geschilderten Uebelstände fort. Der Nutzeffect bewegt sich immer in annehmbaren Grenzen, einerlei, ob die angeschlossenen Motoren nur schwach oder voll belastet sind; derselbe beträgt im großen Durchschnitte 75 Procent, kann jedoch bei Uebertragung großer Kräfte 80 Procent und darüber erreichen. Auch die zur Umwandlung der Elektricität in Bewegung dienenden Motoren besitzen manchen Vorzug vor der Dampfmaschine und den durch Druckluft oder Druckwasser betriebenen Vorrichtungen, sie nehmen nur verhältnißmäßig wenig Raum



Gleichstrommotor, Modell für 30—130 PS. Zu Seite 176.

ein, besitzen ein geringes Gewicht und lassen sich endlich, was einen sehr wesentlichen Vorzug bedeutet, leicht und rasch umsteuern.

Ist die Kraftübertragung durch Dampf, Druckluft oder Druckwasser an das Vorhandensein besonderer und sorgfältig zusammengefügter, daher sehr kostspieliger Rohrleitungen geknüpft, so fällt dieser Nachtheil bei der Kraftübertragung durch Elektricität ganz weg. Hier dient ein dünner, mit einem geeigneten Materiale isolirter Kupferdraht zur Weiterleitung der Kraft; diese Leitungen lassen sich leicht verlegen, sie sind sehr biegsam, und es ist möglich, binnen wenigen Minuten die Kraft nach Stellen zu führen, wo man ihrer eben bedarf. Dazu kommt aber noch der weitere ungeheure Vortheil, daß die Elektricität nicht nur mechanische

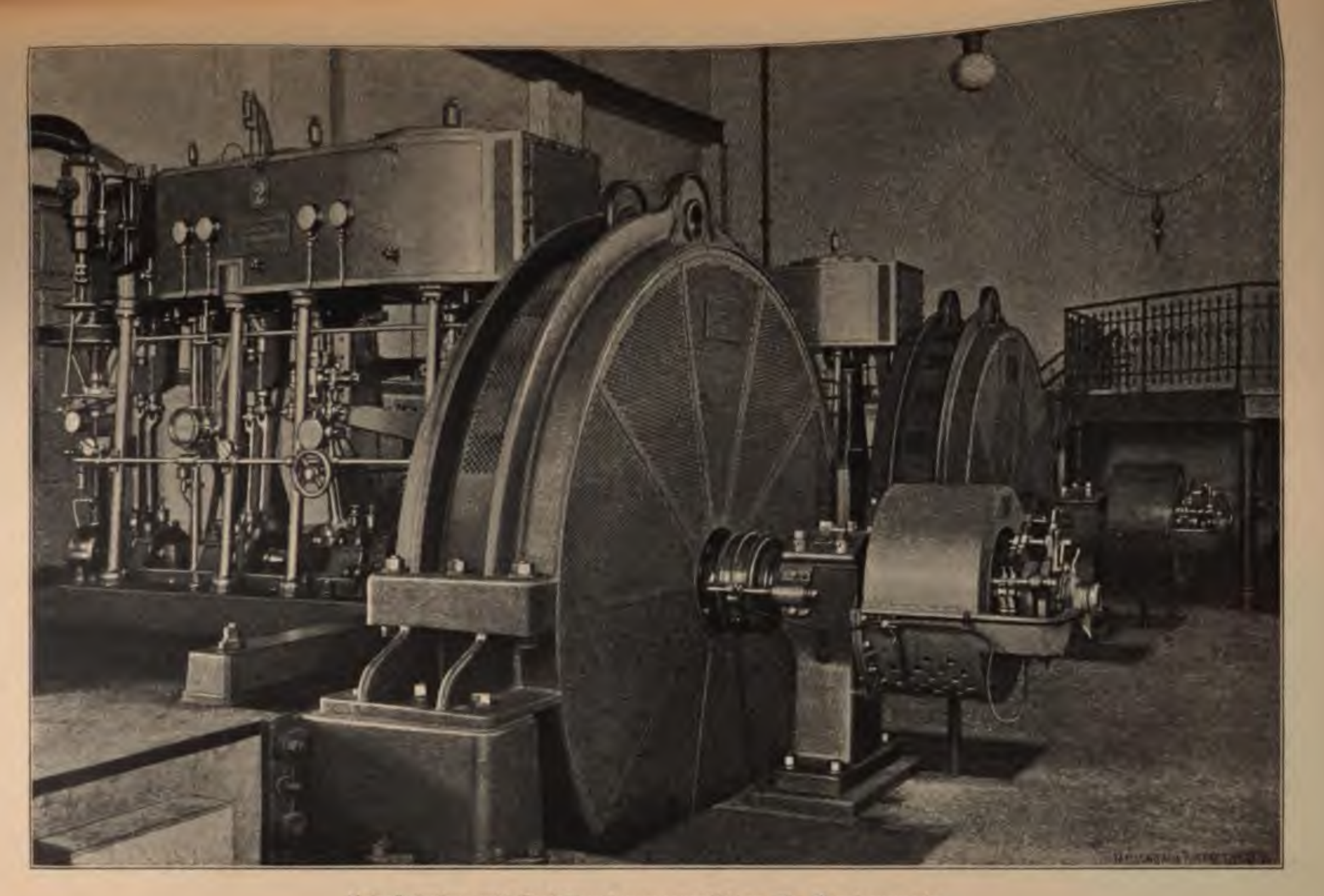
Arbeit zu verrichten vermag — sie kann vielmehr auch unschwer in Licht umgewandelt werden und dann dazu dienen, die unterirdischen Strecken und Räume taghell zu erleuchten.

Für die Wahl des Systemes der Kraftübertragung wird aber der hohe Nutzeffect der elektrischen Kraftübertragung nicht immer ausschlaggebend sein. Dort, wo Brennmateriale billig zu haben ist, was beispielsweise auf Kohlenzechen zutrifft, tritt die Höhe des Nutzeffectes naturgemäß in den Hintergrund, dort wird man vielmehr in erster Linie sich bei der Wahl eines Kraftübertragungssystemes durch die Anlagekosten bestimmen lassen und jenes wählen, dessen Anlage die geringsten Mittel beansprucht. Welches System dann am zweckmäßigsten sein wird, ist stets von den localen Verhältnissen abhängig; andererseits giebt es aber zahlreiche Fälle, in denen die Verhältnisse so liegen, daß mit dem Systeme der elektrischen Kraftübertragung überhaupt kein anderes zu concurriren vermag. Wenn in ausgedehnten Grubenfeldern an jeder Stelle Kraft zur Verfügung stehen soll, ist die elektrische Kraftübertragung einzig und allein rationell; hierher gehören vor Allem jene Fälle, wo eine entfernter liegende Wasserkraft dem Bergbaubetriebe nutzbar gemacht oder wo ein Revier von einer Stelle aus mit Kraft versehen werden soll. Denn dann ist die Elektricität das einzige Mittel, um die Kraft auf größere Entfernungen ohne bedeutende Verluste zu übertragen.

Das Princip der elektrischen Kraftübertragung besteht darin, daß die von Dampfmaschinen, Turbinen oder anderen Kraftmaschinen gelieferte mechanische Energie durch Dynamomaschinen in elektrische Energie, d. h. in elektrischen Strom umgewandelt wird. Dieser Strom wird durch hinreichend isolirte Drähte, meist durch Kupferleitungen, den Drahtwindungen der Elektromotoren zugeführt und hier wieder in mechanische Energie umgewandelt, indem der bewegliche Theil der Motoren, der Anker, in Drehung versetzt wird.

In der Elektrotechnik werden zwei Arten elektrischer Ströme unterschieden, und zwar Gleichströme, das sind Ströme, die dauernd in derselben Richtung fließen, und Wechselströme, die ihre Richtung fortwährend umkehren. Gegenüber dem Gleichstrome besitzt der Wechselstrom, vornehmlich was seine Eignung zur Kraftübertragung auf weitere Strecken betrifft, mannigfache Vortheile, trotzdem fand er aber bis vor wenigen Jahren fast nur für Beleuchtungszwecke Verwendung, da es nicht gelang, einen allen Anforderungen der Praxis entsprechenden Wechselstrommotor zu construiren. Erst in jüngster Zeit ist ein eigenartiges System von combinirten Wechselströmen, welches gegenüber dem einfachen Wechselstrome einen wesentlichen technischen Fortschritt bedeutet, das sogenannte Drehstromsystem, auch auf dem Felde der Kraftübertragung für den Gleichstrom ein Partner geworden, der ihm in vielen Fällen ebenbürtig, in einigen sogar überlegen ist.

Das Princip des Drehstromes besteht darin, daß gleichzeitig drei Wechselströme Verwendung finden, welche hintereinander den Leiter passiren, und zwar stets in genau gleichen Zeitabschnitten. Die drei Ströme haben aber in demselben



Primärstation mit Drehstromdynamomaschinen für Bergbauzwecke.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN F...

Augenblicke niemals die gleiche, sondern immer wechselnde Stärke, sie befinden sich, wie der technische Ausdruck lautet, in drei verschiedenen Phasen, und aus diesem Grunde werden auch drei in dieser Weise verkettete Ströme mit dem Namen Dreiphasenstrom bezeichnet. Dabei ist jedoch nicht für jeden dieser Ströme ein eigenes Leitungspaar nöthig, vielmehr genügen drei einfache Leitungen, die an ihren Enden mit einander verbunden sein müssen. Zur Uebertragung einer bestimmten Menge elektrischer Energie ist stets eine Leitung von einem gewissen Querschnitte nothwendig, und der Gesammtquerschnitt der bei dem Dreiphasenstrome nöthigen drei Leiter ist ungefähr ebenfalls so groß, wie jener der zwei Leiter, die bei Gleichstrom für die gleiche Leistung zu wählen wären.

Es ist wohl nicht leicht, sich ohne tiefere elektrotechnische Kenntnisse eine klare Vorstellung von dem Drehstrome zu machen. Sehr zutreffend hat man denselben jedoch mit einem Dreifachkurbelgetriebe verglichen, dessen Kurbeln um je 120 Grad gegen einander versetzt sind. Wie bei einem solchen Getriebe eine Kurbel der anderen folgt, so folgt bei Drehstrom ein Wechselstrom dem anderen. Und wie dort durch das gemeinsame Wirken der drei Kurbeln eine gleichmäßige Drehung der Welle, an welcher sie sitzen, hervorgebracht wird, so rufen die drei Wechselströme, wenn sie die Windungen des äußeren, feststehenden Theiles eines Drehstrommotors durchfließen, durch ihr Zusammenwirken eine gleichmäßige Drehung des Ankers hervor.

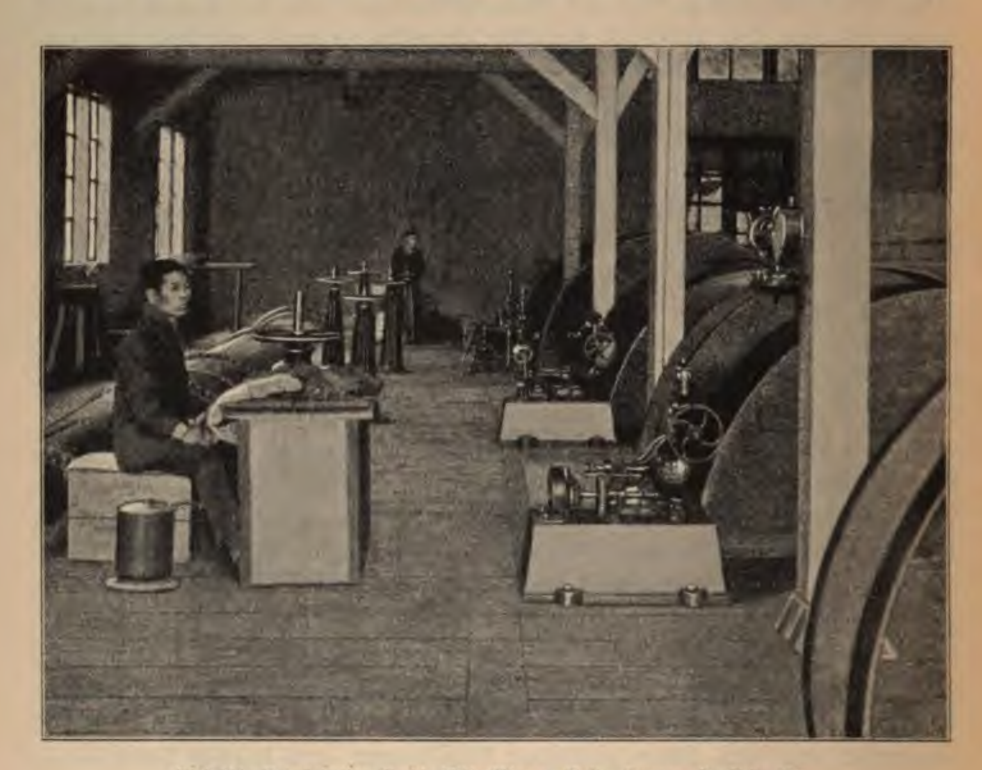
Das Drehstromsystem hat sich vermöge der vortheilhaften Eigenschaften und dank emsiger, auf seine Entwickelung gerichteter Arbeit schnell Geltung in der Praxis verschafft. Hauptsächlich die Actiengesellschaft Siemens & Halske hat der technischen Durchbildung und Vervollkommnung dieses Systemes große Aufmerksamkeit gewidmet, und eine große Zahl von der genannten Firma ausgeführter Anlagen im Bergwerksbetriebe liefert den Beweis, daß das Drehstromsystem heute in gleicher Weise wie das schon seit längerer Zeit erprobte Gleichstromsystem trefflich zur Kraftübertragung geeignet ist. Dem freundlichen Entgegenkommen der genannten Firma verdanken wir auch eine Reihe höchst instructiver, aus dem Leben gegriffener Abbildungen, aus welchen die Anwendbarkeit der elektrischen Kraftübertragung zu den verschiedensten Zwecken deutlich ersichtlich ist.

An jeder Anlage zur Kraftübertragung mittelst Elektricität lassen sich drei Theile unterscheiden, und zwar die Primärstation, in welcher Dynamomaschinen die von irgend einer Kraftquelle gelieferte Kraft in elektrische Energie umwandeln, die Leitungen, welche den Strom den Verbrauchsstellen zuführen, und endlich die Elektromotoren, welche wieder die Umwandlung des Stromes in mechanische Energie besorgen.

Jede Primärstation enthält außer der oder den Dynamomaschinen noch das Schaltbrett, auf welchem die erforderlichen Regulir-, Meß- und Schaltapparate vereinigt werden. Die Dynamomaschinen, einerlei ob Gleichstrom- oder Drehstrom-

maschinen, können von den Kraftmaschinen je nach der Tourenzahl entweder durch Riemen angetrieben oder auch in der Weise mit ihnen zusammengebaut werden, daß ihre drehbaren Theile die verlängerte Welle der Antriebsmaschine als Achse erhalten.

Die zur Vertheilung des elektrischen Stromes dienenden Leitungen bestehen, so weit sie über Tage laufen, meist in blanken Kupferdrähten, die an Isolatoren befestigt sind. In den Strecken dagegen werden in der Regel isolirte Leitungen

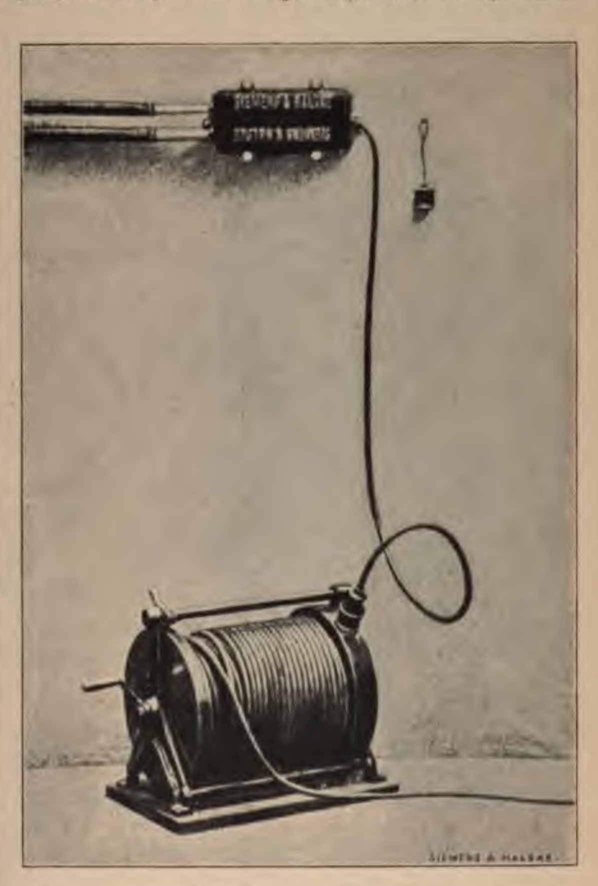


Elektrische Primärstation für die Ashio-Mine zu Tokio, Japan. Zu Seite 177.

verwendet, die an Isolatoren in der First oder an der Seite befestigt werden. Nur dort, wo diese Leitungen leicht beschädigt werden könnten, wie in Schächten, oder wo sie zerstörenden chemischen Einwirkungen ausgesetzt sind, pflegt man sie zu entsprechend armirten Kabeln zu vereinigen. Die leichte Beweglichkeit und Biegsamkeit, durch welche die elektrischen Leitungen den bei allen anderen Systemen der Kraftübertragung erforderlichen Leitungen so sehr überlegen sind, ist dort von ganz besonderem Werthe, wo transportablen Maschinen, wie Gesteinsbohrern, beweglichen Pumpen u. dgl., Betriebskraft zugeführt werden soll. Die fest verlegten Leitungen werden in diesem Falle bis zu einem nahe der Arbeitsstelle an-

zubringenden Anschlußkasten geführt, von dem aus der elektrische Strom durch ein kurzes Verbindungskabel in die zwei oder drei Adern eines auf eine Trommel aufgewickelten, sehr biegsamen Kabels gelangen kann, welches zum Motor der Arbeitsmaschine führt.

Das Anlassen von größeren Gleichstrommotoren darf nie plötzlich geschehen, da sonst sehr störende Spannungsschwankungen im Netze auftreten, es ist dann der Einschaltung eigener Anlasser erforderlich, deren Zweck darin besteht, dem Motor erst nach und nach die erforderliche Strommenge zuzuführen.



Kabeltrommel für elektrisch betriebene Bohrmaschinen. Zu Seite 179.

Alle Elektromotoren besitzen nebst allen anderen schon genannten Vorzügen auch den der sehr leichten Umsteuerbarkeit. Es ist freilich nicht zu vermeiden, daß an den zum Umsteuern dienenden Apparaten Funken auftreten, die besonders bei unachtsamer Bedienung so stark sein können, daß sie die Metallcontacte binnen kurzer Zeit zerstören. Die Actiengesellschaft Siemens & Halske benützt jedoch in neuerer Zeit für solche Apparate mit großem Vortheile Contacte aus Kohle und hat eine Reihe von Specialconstructionen geschaffen, so unter Anderem zur Umsteuerung von Krahnen, Förderwinden und Aufzügen, die sich in der Praxis bestens bewähren. Es läßt sich bei Fördermaschinen mit solchen Umsteuerungen ein hoher Grad von Manövrirfähigkeit erreichen, so daß es möglich ist, den Förderkorb genau auf die gewünschte Höhe einzustellen.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß die in elektrischen Anlagen nie völlig auszuschließende Funkenbildung in Schlagwettergruben zur äußersten Vorsicht mahnt. Man sollte in solchen Gruben keine anderen Leitungen als stark armirte Kabel verlegen, alle Motoren, Ausschalter und Sicherungen sollen sorg-

fältig eingekapselt und die Armaturen der Glühlampen derart construirt sein, daß der glühende Kohlenfaden beim Zerspringen einer Lampe sofort erlischt. Besonders aber muß bedacht werden, daß auch die sorgfältigsten und vollkommensten technischen Sicherheitsvorkehrungen illusorisch bleiben müssen, wenn die Leitung und Ueberwachung des Betriebes nicht in einer völlig zuverlässigen Hand ruhen. Andererseits darf aber auch nicht vergessen werden, daß das Menschenleben ein so kostbares Gut ist, daß für dessen Sicherung keine Auslage zu hoch sein sollte.



Anlasser für größere elektrische Motoren. Zu Seite 179.

Da nun aber gerade bei der Kraftübertragung durch Elektricität das höchste Maß der Sicherheit erreicht werden kann, ist es schon vom Standpunkte der Humanität wünschenswerth, daß dieses System bald ganz allgemein im Bergwerksbetriebe zur Geltung kommt. . . .

Die Arbeiten, die im Bergbau mit Maschinenkraft zu leisten sind, lassen sich in folgende Gruppen eintheilen:

Arbeiten vor Ort — Bohrmaschinen, Schrämmaschinen.

Förderung — Haspel, Streckenförderung, Schachtförderung, Transport über Tage u. s. f.

Hebung der Wasser — Hauptwasserhaltung und örtliche Wasserhaltungen, Zubringerpumpen, Abteufpumpen.

Einbringen guter Wetter — Hauptventilator und örtliche Bewetterung.

Weiterverarbeitung der gewonnenen Materialien über Tage — Aufbereitung &c.

Bevor wir jedoch darauf näher eingehen, müssen wir uns zunächst mit den Abbauarten vertraut machen.

Die einfachste Art des Abbaues tritt dann ein, wenn die zu gewinnenden Erze oder Fossilien entweder unmittelbar zu Tage liegen, oder nur mit sehr wenig Gebirge überdeckt sind. Im letzteren Falle ist es in der Regel vortheilhafter, keinen Grubenbau zu betreiben, sondern die aufliegenden Schichten zu entfernen und dann die Lagerstätten abzubauen. Diese Gewinnungsmethode wird als Tagbau bezeichnet.

Es liegt auf der Hand, daß der Tagbau in mancher Beziehung vortheilhafter ist, als der Grubenbau. So ist die Gewinnung der werthvollen Stoffe eine sehr reine und vollständige und mit geringeren Kosten verbunden, da der sehr

theure Grubenausbau gänzlich entfällt und auch die Beaufsichtigung eine wesentlich leichtere ist. Doch ist diese Gewinnungsmethode auch mit mancherlei Nachtheilen verbunden, so daß unter Umständen große Mengen Abraum fortgeschafft werden müssen, und daß die Arbeiter vollkommen schutzlos der wechselnden Witterung ausgesetzt sind. In vielen Fällen wird es daher auch nicht möglich sein, den Betrieb das ganze Jahr hindurch aufrecht zu erhalten.

Aber nicht nur auf Erze wird Tagbau getrieben. An vielen Orten wird auch Kohle auf diese Weise gewonnen. Eine eigene Art des Tagbaues werden wir bei Besprechung der Gewinnung des Goldes aus den Seifenlagern kennen lernen; diese werden mittelst Wasserstrahlen abgeschwemmt und das Materiale gleichzeitig durch das Wasser nach den Aufbereitungsstätten geführt.


Umsteuerung für Fördermaschinen. Zu Seite 179.

Schließlich wollen wir nicht unerwähnt lassen, daß die Wegräumung des Deckgebirges an manchen Orten, so in Minnesota am Oberen See (Vereinigte Staaten von Nordamerika) auch mittelst der Dampfschaufel (Baggermaschine) erfolgt.

Je nach ihrem Zwecke lassen sich Naß- und **Trockenbagger** unterscheiden. Ursprünglich dienten sie nur zur Vertiefung von Flüssen und Häfen und waren bestimmt, Sand, Schlamm und ähnliche weiche Körper aus der Tiefe heraufzuholen. Allmählich baute man diese Vorrichtungen jedoch immer stärker, und wir verfügen heute über Baggermaschinen, welche Erde, Thon und selbst lockeres Gestein wegschaufeln. Auch hat beim Betriebe der Bagger der Dampf die Menschenkraft fast überall abgelöst.

Naßbagger und Trockenbagger beruhen auf demselben Principe. Sie bestehen zunächst aus einer Kette ohne Ende, welche eine Anzahl scharfkantiger Schöpfeimer trägt, sowie aus Vorrichtungen, welche den Neigungswinkel der Kette gegen den Horizont, der Tiefe des Wassers oder der Lage der auszugrabenden Erdschichte entsprechend, zu verändern gestatten. Die Naßbagger sind auf einem flachen Fahrzeuge angebracht, die Trockenbagger dagegen immer auf einer Art Locomotive, welche sich auf Schienen fortbewegt. In diesem Falle besorgt die Dampfmaschine

einerseits den Betrieb der Baggerkette, andererseits aber auch die Fortbewegung der ganzen Vorrichtung, welche gleichzeitig mit dem erfolgenden Abgraben von Statten gehen muß. Die Naßbagger werden dagegen von einem Dampfer an Ort und Stelle geschleppt, und es wird das Vorrücken des Fahrzeuges während der Baggerung mittelst eines Ankers und einer Kette bewerkstelligt, welche mittelst der Maschine oder auch durch Menschenkraft aufgewunden wird. Das allmähliche Vorrücken des Baggers ist, wie begreiflich, unbedingt erforderlich, sonst würden die Eimer stets auf dieselbe Stelle treffen und blos eine schmale tiefe Rinne graben, während es sich meist darum handelt, die Erddecke auf größere Strecken gleichmäßig wegzuschaffen.



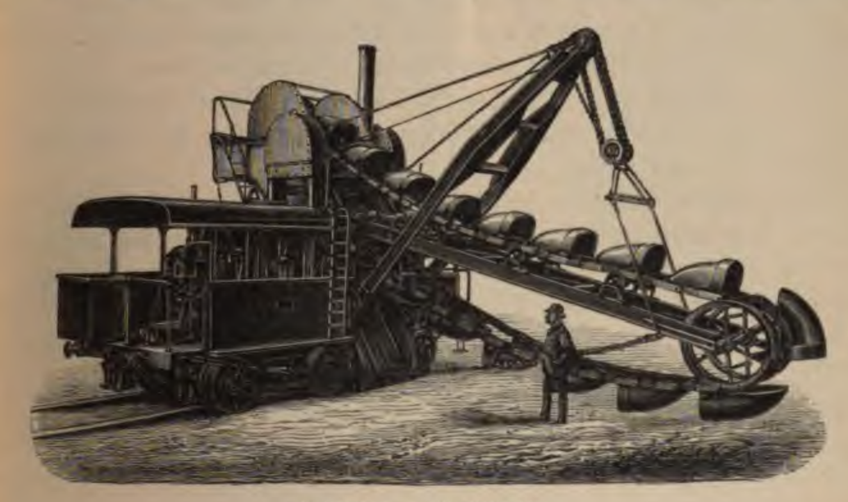
Naßbagger. Zu Seite 181.

In Folge der Bewegung der endlosen Kette graben sich die Eimer in das Erdreich und füllen sich nahezu ganz mit den gelockerten Massen. Immer weiter nach aufwärts fortschreitend, gelangen sie schließlich an einen Punkt, an welchem sie sich ihres Inhaltes in Folge der Schwere selbst entledigen, indem derselbe herausfällt.

Die Baggererde oder der Schlamm fällt bei Naßbaggern dann in längsseitsliegende flache Lastschiffe, bei Trockenbaggern aber in Erdwagen, welche auf einem besonderen Schienengeleise neben dem Baggergeleise herangefahren und nach erfolgter Füllung, zu Zügen vereinigt, von einer Locomotive weggeschleppt werd
Damit die Eimer der Baggervorrichtung bei Naßbaggern nicht auch gleichzeitig Wasser aufschöpfen und dann mit dem Schlamme oder dem Gerölle in die Lastschiffe entleeren, werden gewöhnlich durchlöcherte Eimer angewendet; noch ehe dieselben den Kipppunkt erreicht haben, ist dann der größte Theil des Wassers schon abgeflossen.

An Stelle der endlosen Kette mit der Eimerreihe finden vielfach auch sogenannte **Löffelbagger** Verwendung. Hier besteht die Baggervorrichtung aus einer Art Löffel mit $^3/_4$—2 Meter Rauminhalt, welcher sich in das Erdreich eingräbt und füllt. Der Löffel hängt an dem einen Ende eines Hebels, welcher durch einen Krahn unterstützt wird; diese Vorrichtung ist nach allen Seiten frei drehbar. Hat sich der Löffel, indem er von unten nach oben arbeitet, mit Erdreich gefüllt, so dreht man den Krahn und schüttet das Baggergut in bereitstehende Wagen. Dann wird der Krahn wieder in die frühere Lage gebracht, wobei der Löffel herabgelassen wird u. s. f.

Jene Fälle, in welchen direct für bergmännische Zwecke der Bagger zur Anwendung gelangen kann, sind aber recht selten, und in der Regel begnügt man sich,



Trockenbagger. Zu Seite 181.

das Deckgebirge durch Handarbeit wegräumen zu lassen. Dabei hat man zu sorgen, daß der Transport des Abraumes auf so billige Weise und so kurze Strecken als nur möglich erfolgt, man stürzt ihn entweder an einer geeigneten Stelle ab oder füllt ihn, wenn thunlich, in den ausgewonnenen Theil der Lagerstätte.

Eine andere Art des Abbaues, welche jedoch nur zur Gewinnung des Salzes Anwendung finden kann, bilden die **Sinkwerkanlagen**. Das Princip derselben besteht darin, daß man durch geeignete Vorkehrungen das salzführende Gebirge längere Zeit mit Wasser in Berührung bringt, bis dieses mit Salz gesättigt ist. Dann wird die Salzlösung, die Soole, abgezogen und nach dem Sudwerke geführt, wo die Soole gesotten, d. h. das Wasser verdampft und das hinterbleibende Salz gewonnen wird.

Je nach der Art der Lagerstätte wird hierbei in verschiedener Weise zu Werke gegangen. Im ebenen Terrain werden sogenannte Soolbrunnen angelegt; es sind

dies 30—40 Cm. weite Bohrlöcher, welche man bis in die salzführenden Schichten niederbringt und verrohrt. Dann wird Wasser eingeleitet, welches das Salz auflöst. Hat die Salzlösung eine gewisse Concentration, welche nicht weit von der Sättigungsgrenze entfernt ist, erreicht, so wird mittelst einer in das Bohrloch eingeführten Soolpumpe die Soole ausgeschöpft und dem Sudwerke zur Verarbeitung übergeben.

Im gebirgigen Terrain werden dagegen Sinkwerke angelegt. Es sind dies weite Hohlräume, welche mittelst Keilhauen oder Sprengarbeit in das salzführende Gebirge gebrochen werden, diese füllt man mit Wasser und überläßt sie einige Zeit sich selbst. Das Wasser löst nun das Salz aus dem Haselgebirge, während die unlöslichen Antheile, Gyps, Thon 2c., zu Boden sinken. Dadurch vergrößert sich der Hohlraum immer mehr, von Zeit zu Zeit wird Wasser nachfließen gelassen. Ist endlich die Soole sudwürdig geworden, was eintritt, wenn sie 32 Kgr. Steinsalz in 100 Litern gelöst enthält, so wird sie abgelassen und versotten.

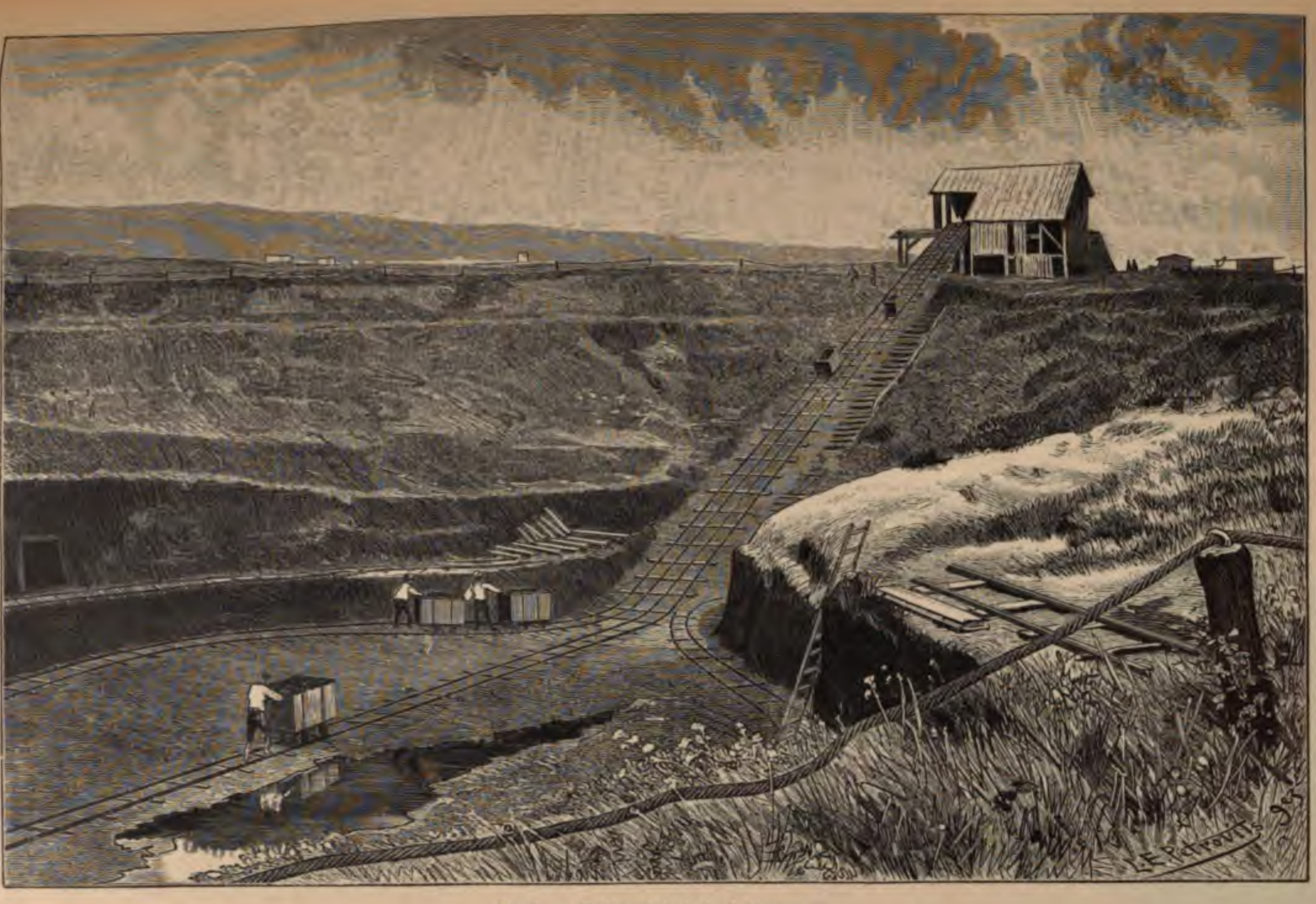
Wir vermeiden es, eingehender auf die hierzu nöthigen Vorrichtungen einzugehen, da wir dieselbe noch ausführlich bei Besprechung der Gewinnung des Salzes kennen lernen werden.

Der Tagbau, welcher eigentlich die natürlichste Art der Gewinnung der Rohstoffe der Erde vorstellt, ist jedoch nur auf verhältnißmäßig wenige Fälle beschränkt, da nur selten die nutzbaren Mineralien in solcher Menge unmittelbar unter der Erdoberfläche angetroffen werden, daß sie direct gewonnen werden können. In den allermeisten Fällen ist es erforderlich, die Lagerstätten der Erze oder sonstigen nutzbaren Stoffe in der Tiefe aufzusuchen, ihnen nachzugehen und sie erst nach Ueberwindung von mancherlei Schwierigkeiten ans Tageslicht zu bringen. Dann muß Grubenbau getrieben werden, unter welcher Bezeichnung alle jene Maßnahmen zu verstehen sind, welche zur Ausrichtung, Vorrichtung und zum Abbau der Lagerstätten erforderlich sind.

Durch die Ausrichtungsbaue bezweckt man ausschließlich, die Lagerstätte zugänglich zu machen, während sie durch die Vorrichtungsbaue für den eigentlichen Abbau vorbereitet und in Abschnitte eingetheilt wird.

Die Abbaumethoden, zu welchen natürlich auch die Anlage von Sinkwerken und der Tagbau zu rechnen ist, lassen sich, soweit sie den Grubenbau betreffen, in verschiedene Gruppen eintheilen. In der Regel spricht man von Abbaumethoden mit und Abbaumethoden ohne Bergversatz. Im ersteren Falle wird der Abbauraum, nachdem er ausgebeutet wurde, wieder mit tauben Massen angefüllt; wird ohne Bergversatz gearbeitet, so wird der Abbauraum entweder nur zum Theile, oder überhaupt nicht verschüttet.

Die Wahl der Abbaumethode hat sich in erster Linie nach der Natur des durchfahrenen Gebirges zu richten, da der Bergbau selbst oft großen Einfluß auf die nachträgliche Veränderung der über den Bauen liegenden Schichten nimmt. Wird nämlich unterhalb derselben ein Hohlraum geschaffen, so werden die Schichten



Tagbau Haberpirk bei Falkenau.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

ihrer natürlichen Stütze beraubt, und es ist einleuchtend, daß das enorme Gewicht, welches sie besitzen, sich in Senkungen äußern wird. Unter Umständen kann dies sogar bis zum vollständigen Verbruche führen, und es muß deshalb immer auch auf die oberhalb des Grubenbaues liegenden Objecte ꝛc. Rücksicht genommen werden. Dies wird einerseits dadurch erreicht, daß in jenen Fällen, in welchen ohne Versatz gebaut wird, große Pfeiler stehen gelassen werden, welche dann die darüberliegenden Schichten zu stützen und zu tragen haben. Je nach der Beschaffenheit derselben ist es aber in der Regel unvermeidlich, daß sich Bodensenkungen einstellen, und zwar werden dieselben umso bedeutender sein, je näher sich die Grubenbaue der Erdoberfläche befinden. Liegen sie dagegen sehr tief, etwa tiefer als 250—300 Meter, so wird sich, soferne die Schichten nur die genügende Tragfähigkeit besitzen, unter Umständen überhaupt kein Einfluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche bemerkbar machen. Häufig tritt beim Pfeilerbau, besonders dann, wenn das Hangende aus Sandstein besteht, der Fall ein, daß dasselbe theilweise niedergeht und den Grubenbau, nachdem aus demselben die Zimmerung geraubt wurde, ausfüllt. Die niederbrechenden Massen lockern sich während des Sturzes auf und nehmen ein größeres Volumen ein, als in ihrer ursprünglichen Lage. Dann werden sich die oberen Gesteinsschichten wohl senken, sie werden sich aber, hauptsächlich bei größerer Tiefe des Abbaues, nur durchbiegen, sich auf die gebrochenen Massen auflagern und hier feste Stützpunkte finden. Es tritt dann sehr bald Ruhe ein, und es ist keine Bewegung der Gebirgsschichten mehr wahrnehmbar.

Wird andererseits Abbau mit Bergversatz getrieben, so werden hierdurch die Bodensenkungen auch nicht vermieden, denn der Versatz besitzt stets nur eine lockere Beschaffenheit und wird durch den Druck der darüber stehenden Gebirgsdecke ungefähr auf die Hälfte seines Volumens zusammengedrückt, in welchem Verhältnisse sich dann auch obertags eine Senkung zeigen wird. War der Abbau ein vollständiger, d. h. blieben keine Pfeiler stehen, so wird sich die Senkung auf eine größere Fläche vertheilen und sehr gleichmäßig erfolgen, so daß dann keine nennenswerthe Beschädigung der Oberfläche zu fürchten ist. Dagegen sind ärgere Beschädigungen zu gewärtigen, wenn einzelne Pfeiler stehen gelassen wurden, über welchen wohl keine Bodensenkungen eintreten, diese zeigen sich aber dann umso stärker an den Stellen zwischen den Pfeilern. Dort können dann tiefere Mulden sich bilden, deren Ränder ihres geringen Durchmessers wegen ziemlich steil abfallen, wodurch unter Umständen namhafte Beschädigungen an Gebäuden ꝛc. eintreten.

Man ersieht daraus, daß der Bergmann sich nicht nur um das kümmern rf, was ihm auf seinem eigentlichen Arbeitsfelde begegnet, er muß vielmehr auch die Oberfläche, unter welcher er seine Baue führt, stets im Auge behalten und für deren Sicherung entsprechende Sorge tragen.

Ein Ereigniß, welches gewiß noch in Aller Erinnerung lebt, die Senkungen des Terrains, auf welcher ein Theil der Stadt Brüx stand und die hierdurch hervorgerufenen Einstürze von Häusern, die Schreckensscenen, welche sich abspielten,

da die Katastrophe bei Nacht eintrat, sind nur durch den Kohlenbergbau hervorgerufen worden, welcher in nächster Nähe von Brüx getrieben wird. Allerdings war hier die Ursache dieser Erscheinungen weniger in der Senkung des Bodens zu suchen, als vielmehr in dem Umstande, daß durch diese Grubenbaue schwimmendes Gebirge ausgelöst wurde, welches sich in die Strecken ergoß. Erst die auf diese Weise entstandenen Hohlräume unterhalb eines Theiles der Stadt brachen zusammen und veranlaßten die furchtbare Katastrophe, an welcher nur das Eine zu bewundern ist, daß nämlich kein Menschenleben zu Grunde ging. Wenn wir uns aber die Schilderungen ins Gedächtniß zurückrufen, welche Augenzeugen entwarfen, wenn wir bedenken, daß nicht nur große Häuser der Mitte nach barsten und theilweise zum Einsturze gelangten, sondern daß allem Anscheine nach vollkommen unverletzte Gebäude direct in den Boden versanken und gewissermaßen von der Erde verschlungen wurden, so können wir uns einen Begriff von der Gewalt einer solchen Katastrophe machen und die Aengstlichkeit begreifen, mit welcher man seitens der Bergbehörden solche und ähnliche Vorkommnisse zu vermeiden bestrebt ist. Denn selbst wenn der Ausgang auch nicht immer ein so tragischer ist, daß Theile einer aufstrebenden und blühenden Stadt in wenigen Stunden sich in einen Trümmerhaufen verwandeln, so sind doch schon geringe Senkungen im Stande, die ansässigen Bewohner in steter Furcht und Sorge zu erhalten.

Der Abbau mit Bergversatz ist natürlich viel theurer, als jener ohne Versatz, und die Kosten erhöhen sich um so mehr, je weiter der Versatz transportirt werden muß, oder wenn es nöthig ist, denselben eigens zu gewinnen. Die Beschaffung desselben erfolgt entweder aus den tauben Mitteln der Lagerstätte beim Verhauen derselben oder bei Lagerstätten von geringer Mächtigkeit durch Nachreißen des Hangend- oder Liegendgebirges. Eventuell kann auch über Tage befindliches lockeres Versatzmateriale durch Sturzschächte eingestürzt werden.

Bei der Wahl der anzuwendenden Abbaumethode sind verschiedene Umstände zu beachten. So muß dieselbe nicht blos für den speciellen Fall die billigste sein, sondern es muß auch für die Sicherheit der im Baue Beschäftigten die nöthige Vorsorge getroffen werden. Ferner sollen die einzelnen Abbaue nicht zu zerstreut liegen, da sonst die Aufsicht, die Förderung ꝛc., wesentlich erschwert werden. Zur Sicherung oberirdischer Objecte von Schächten, Stollen, wichtigen Förder- und Wetterstrecken u. s. w. müssen Sicherheitspfeiler stehen gelassen werden, welche dann entweder dauernd stehen bleiben, oder mit fortschreitendem Abbaue allmählich ebenfalls abgebaut werden. Ferner müssen zur Sicherung von Quellen, Wasserreservoirs, Heilquellen u. s. f. Schutzrayons festgesetzt werden, welche nicht überschritten werden dürfen. Ueberhaupt muß der gesammte Grubenbau unter einheitlicher Leitung stehen und müssen alle Maßnahmen wohl erwogen werden, soll nicht zwecklos Geld ausgegeben werden oder gar eine Gefährdung von Menschen und Objecten eintreten. Der Bergmann hat nicht nur den augenblicklichen Stand des Baues zu beachten, er muß auch die Zukunft ins Auge fassen, er darf nicht nur

an den augenblicklichen Gewinn denken und das Beste, was er eben erlangen kann, aushauen, sondern er muß sich vor Augen halten, daß die Grube, mit deren Leitung er betraut ist, vielleicht in hundert und aber hundert Jahren noch im Betriebe steht, zu einer Zeit, zu welcher wohl kein Stein mehr von seinem Dasein Kunde gibt, in der sich aber Unbedachtsamkeit und Nachlässigkeit des Augenblickes noch immer bitter zu rächen vermögen. Mit einem Worte: er darf keinen Raubbau treiben, er muß planmäßig zu Werke gehen! . . .

Um in das Innere eines Berges vorzudringen, um in demselben verborgene Lagerstätten nutzbarer Mineralien zu erschließen, um dieselben auszurichten, werden, je nach der Lage derselben, entweder Gänge, Stollen, in horizontaler Richtung getrieben oder Schächte abgeteuft, welche entweder vollkommen vertical oder doch nur unter einem sehr steilen Winkel zur Erdoberfläche niedersetzen. Der Zweck der Stollen ist ein vielfacher, sie dienen nicht nur zur Aufsuchung der Lagerstätten, zur Wasserabführung und zur Wetterzuführung, sondern auch zur Verminderung der Wasserhebungshöhe bei Tiefbauen, zur Zuführung von Wasser für unterirdische Maschinen, zur Ausförderung des gewonnenen Hauwerkes und Einförderung von Betriebsmaterialien und endlich zur Einleitung des Abbaues, wenn der Stollen innerhalb der Lagerstätte ansteht.

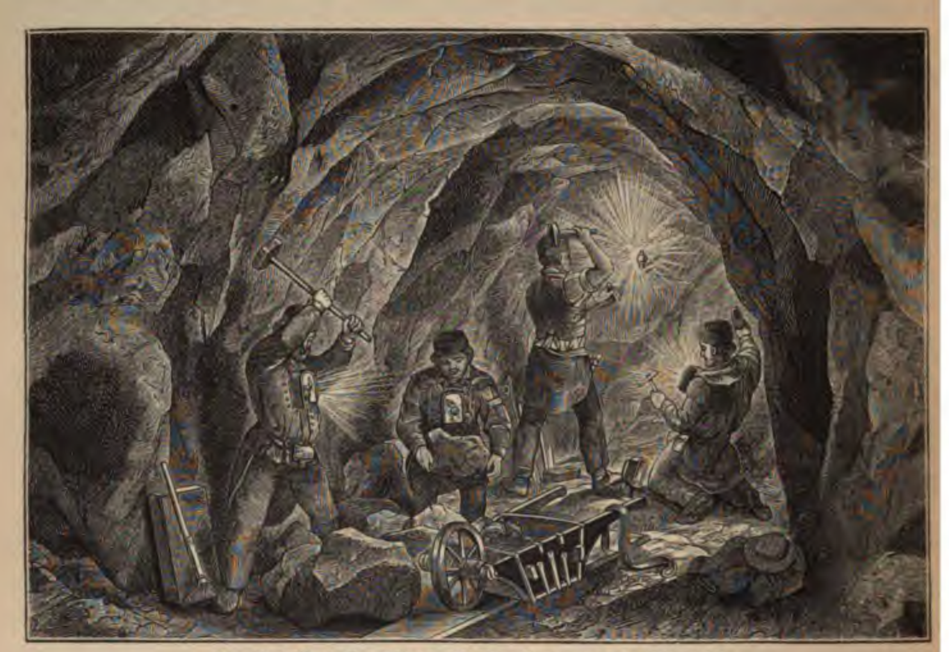
In der Bergmannssprache haben sich für die Stollenbauten zahlreiche technische Ausdrücke ausgebildet, wie dieselbe überhaupt sehr reich an ganz specifischen Bezeichnungen ist. Eine Anzahl derselben haben wir schon kennen gelernt, sie zeichnen sich fast alle durch große Prägnanz des Ausdruckes aus und ermöglichen es, mit einem Worte das auszudrücken, wozu sonst mehrere, unter Umständen ein ganzer Satz nöthig wären.

Der Bergmann spricht niemals von der Oeffnung eines Stollens oder dem Anfange desselben, er hat hierfür den Ausdruck »Stollenmundloch«, welchen er ausschließlich gebraucht, gleichwie er als »Ortsstoß« die hintere Fläche eines Stollens, an welcher zum Zwecke der Verlängerung noch gearbeitet wird, bezeichnet. Als »rechter« und »linker Stoß« pflegt er die beiden Seiten des Stollens, in der Richtung vom Stollenmundloche nach dem Ortsstoße zu, anzusprechen, während die obere Fläche desselben »First«, die untere »Sohle« genannt wird.

Die beiden Stöße des Stollens werden gewöhnlich in der Weise angelegt, daß sie schwach nach der Mitte zu geneigt sind, der First ist dann schmäler als die Sohle. Häufig werden in einer gewissen Höhe über der Sohle Querhölzer eingezogen, über dieselben werden Bohlen gelegt, auf welchen dann die Schienen laufen, oder welche zum Beschreiten des Stollens dienen. Der unterhalb dieses Belages verbleibende Raum von geringer Höhe dient dem Wasser als Gerinne, er wird die Wasserseige genannt, während man den oberen Raum als Fahrraum, die Querschwellen nebst den aufliegenden Bohlen als Tragwerk bezeichnet.

Soll ein Stollen auf eine weite Strecke angelegt werden und verläuft er nicht zu tief unter der Oberfläche, so geht man häufig in der Weise vor, daß in

entsprechenden Zwischenräumen Schächte von geringem Durchmesser abgeteuft werden, welche dann in der Achse des zukünftigen Stollens liegen. Von der Sohle dieser Schächte aus wird dann ebenfalls, und zwar nach beiden Seiten hin, mit dem Treiben des Stollens begonnen, wodurch, da dann der Stollen nicht von einer Stelle aus, sondern von mehreren gleichzeitig in Angriff genommen wird, ein weitaus rascheres Fortschreiten der Arbeit ermöglicht wird. Außerdem vermitteln diese Schächte auch die Ventilation und den freien, ungehinderten Durchzug frischer Luft und dienen endlich auch zum Herausschaffen der ausgebrochenen Schuttmassen.



Vor Ort. Nach Heuchler, »Die Bergknappen«. Zu Seite 187.

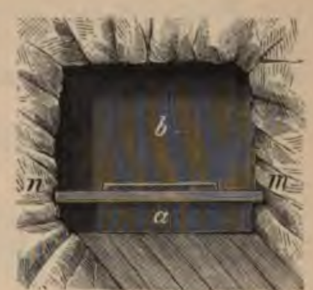
Wir haben schon oben angedeutet, welch verschiedenen Zwecken ein Stollen dienen kann, je nach diesen werden die Stollen auch mit besonderen Namen belegt, wie Wasserlösungsstollen, Förderstollen, Richtstollen u. s. f.

Die Wasserlösungsstollen verfolgen den Zweck, die Grubenbauten bei ausgedehnten Bergwerken zu entwässern. In früheren Zeiten — sagt Haupt — wo es noch keine riesenhaften Dampfmaschinen gab, wo man nur mit einfachen Pumpen durch Handbetrieb oder im günstigsten Falle mit Wasserrädern, welche die Pumpen in einem Schachte in Bewegung setzten, die in einem Bau sich sammelnden nicht sehr beträchtlichen Wasser zu Tage förderte, war es geboten, bei größeren andringenden Wassermassen an irgend einem tief gelegenen Punkte des nächsten Thales einen Stollen zu treiben, um hierdurch den mit den Maschinen

gewöhnlicher Art nicht mehr zu bewältigenden Wässern den freien Abzug zu verschaffen. Diese Stollen wurden gewöhnlich sehr lang, und ihre Herstellung erforderte eine Reihe von Jahren.

In den meisten Fällen hängt die Prosperität eines Bergwerkes von der natürlichen Wasserlösung ab, und man findet häufig in Gegenden, wo viel Bergbau getrieben wird, daß mehrere Grubeneigenthümer sich vereinigten, um einen gemeinschaftlichen Stollen zur Wasserlösung anzulegen. Für die Instandhaltung solcher Stollen wurden natürlich Verordnungen herausgegeben, welche von den Betheiligten streng innegehalten werden mußten.

In neuerer Zeit hat man sich sehr oft mit tiefen Schachten beholfen, von welchen aus dann Stollen nach den Bergwerken getrieben wurden. Auf den betreffenden Schächten stehen dann riesige Dampfmaschinen zum Emporheben des Wassers und, wenn diese Maschinen nicht ausreichen, werden an einer tiefer gelegenen Stelle neue Schächte abgeteuft, von welchen aus wieder Stollen getrieben werden, die um ein Bedeutendes tiefer liegen, als die vom ersten Schachte getriebenen.



Querschnitt eines Stollens. a Wasserseige, b Fahrraum, m n Tragwerk. Zu Seite 187.

Mehrere solche Schächte können also gemeinschaftlich das Wasser aus einem Berggebäude entfernen; man combinirt auch mit großem Vortheile mehrere untereinander liegende Wasserstollenanlagen zum Zwecke der Wasserhebung, indem man das Wasser des obersten Stollens als Druckwasser einer Wassersäulenmaschine, Turbine oder eines Wasserrades benützt, um damit die Pumpen für die tiefer gelegenen Stollen zu betreiben.

Eine solche combinirte Anlage ist am interessantesten und großartigsten an dem aus uralten Zeiten stammenden Bergbaubetriebe des Harzes anzutreffen. Unsere Abbildung auf Seite 191 zeigt das System dieser eigenartigen und rationellen Wasserwirthschaft auf dem nordwestlichem Oberharz.

In den ersten Zeiten des Bergbaues wurden natürlich hier nur kurze Stollen getrieben, etwa aus den nächstgelegenen Thalgründen, um z. B. die Bauten der Grube Caroline zu entwässern.

Durch andere mit den Grubenbauen zusammenhängende Schächte, sogenannte Lichtlöcher führte man die über Tage in Teichen gesammelten Wasser auf ein großes Wasserrad, und nachdem so das Wasser seine Schuldigkeit gethan hatte, floß es durch den zunächst gelegenen Wasserstollen wieder ab. Mit Hilfe dieses Rades wurden Pumpen in Betrieb gesetzt und mit deren Hilfe der Schacht wieder abgeteuft bis zu einer gewissen Tiefe, von welcher aus man Strecken trieb, die mit einem tiefer gelegenen Stollen später in Verbindung, d. h. in der Bergmannssprache durchschlägig, gebracht wurden, und dann erfolgte die Wasserlösung durch diesen tiefer liegenden Stollen.

Nun hatte man hierdurch eine größere Fallhöhe für die über Tage gesammelten Wasser erreicht; man legte dann zwei oder drei Räder übereinander an, oder Wassersäulenmaschinen, mit deren Hilfe man wieder unter die Sohle des bereits am tiefsten angelegten Stollens mit dem Schacht herunterging u. s. w.

Unsere Abbildung stellt die verschiedenen Stollensohlen, durch welche nach und nach die Grube Caroline in einer größeren Tiefe entwässert wurde, übersichtlich dar.

Durch die ober- und unterirdischen Wassermassen bei einem so großen Gefälle hat man kolossale Kräfte beschafft, um die gewaltigsten Motoren in Bewegung zu setzen, die wieder aus einer tieferen Strecke, welche durch einen später anzulegenden Stollen keinen Ausgang mehr ins Freie haben kann, die Wasser heraufholen.

Bei dieser Grube, bei welcher die Oeffnung des Schachtes, die Hängebank, 612 Meter über dem Spiegel der Nordsee liegt, wurde zuerst eine Wasserlösung durch den Frankenscharner Stollen bewerkstelligt. Derselbe liegt 38 Lachter[1] tiefer als die Hängebank des Schachtes. Der Stollen wurde Mitte des XVI. Jahrhunderts angelegt.

Dann wurde der Neunzehnlachter-Stollen getrieben, welcher 60 Lachter Teufe einbrachte. Derselbe wurde 1535 in Angriff genommen. Hierauf folgte der Dreizehnlachter-Stollen, welcher 73 Lachter Teufe einbringt.

Dieser Stollen ist der älteste und hat die ansehnliche Länge von 4630 Lachter.

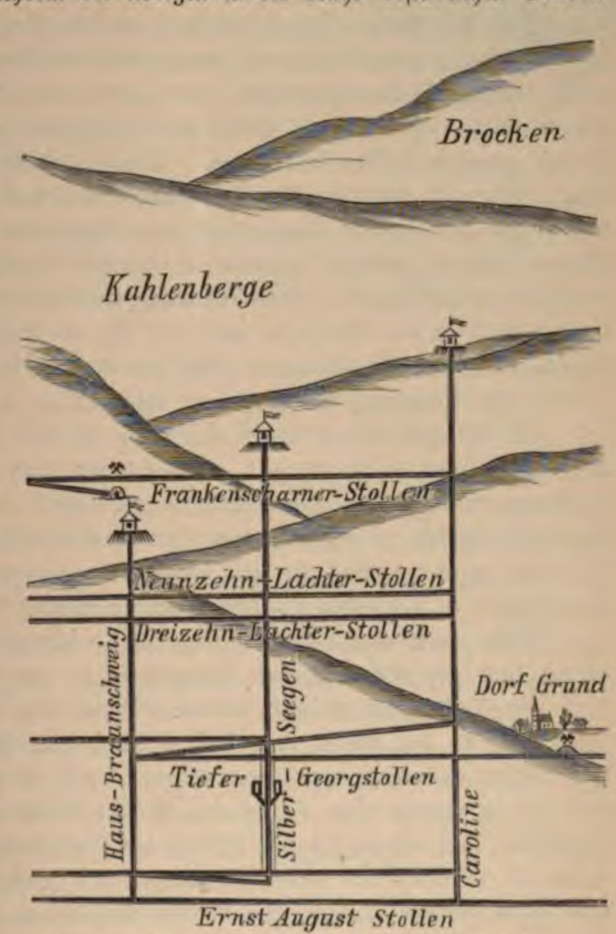
Hierauf folgte der 1777 begonnene und 1799 beendete Tiefe-Georgs-Stollen, welcher bei einer Länge von 5481 Lachter 149 Lachter Teufe einbringt, und auf diesen der tiefste und längste Stollen, der sogenannte Ernst August-Stollen mit dem Einbringen von 204 Lachter Teufe. Sein Ausgang liegt 646 Fuß über dem Spiegel der Nordsee, und seine Länge beträgt 11.819 Lachter oder 3 Meilen. Derselbe wurde in dem kurzen Zeitraume von 13 Jahren hergestellt.

Es ist ganz natürlich, daß diese Stollen nicht von einem Punkte aus auf diese Länge getrieben sind, sondern man hat von verschiedenen in der Nähe liegenden Grubenbauten aus Strecken getrieben in der Richtung des Stollens, um zu derselben Zeit an dem Werke mitzuhelfen und dadurch die Dauer der Herstellung

---

[1]) Das Lachter ist ein deutsches Bergmaß, welches vor Einführung des metrischen Maßes für Grubentiefen und als Quadratlachter für Grubenfelder angewendet wurde. Meistens war es etwas größer als die Klafter und in 8 Achtel, Spann oder Gräpel zu 10 Lachterzoll von 10 Primen zu 10 Secunden, zuweilen aber auch in 10 Lachterfuß zu 10 Zoll getheilt. Die preußische Maßordnung von 1816 setzte das Lachter allgemein auf 80 rheinische Zoll = 209·24 Cm.; in Braunschweig und Hannover war es 8 Spann = 192 Cm.; in Sachsen bis 1830 7 Dresdener Fuß und dann 7 Lachterfuß = 2 Meter; in Bayern zu $3^1/_2$ Freiberger Ellen = 194·25 Cm.; in Württemberg 200·54 Cm., das Joachimsthal'sche Lachter betrug 191·8, das krainische 6 Idrianer Fuß — 195·7 und das Schemnitzer 202·2 Cm. Man sieht, wie noth auch hier die Einführung eines einheitlichen Maßes that! Als Meßwerkzeug diente eine geölte Lachterschnur von 10—12 Lachter Länge.

abzukürzen; so ist z. B. der Ernst August-Stollen von 10 Punkten aus mit 9 Gegenörtern betrieben, wenn auch nicht immer gleichzeitig. Selbstverständlich hat auch dieser Stollen nicht, wie auch die wenigsten anderen, eine durchwegs gerade Richtung oder stetige Curve, sondern seine Horizontalprojection stellt eine gebrochene Linie dar, je nachdem die übrigen in der Nähe befindlichen Grubenbauten, beziehungsweise Strecken, ihre Lage hatten und hierdurch die von der Geraden abweichende Richtung des Stollens bedingten.



Entwässerung der Grube Caroline im Oberharz. Nach Haupt. Zu Seite 189.

Wasserabflußstollen werden in der Regel für längere Zeit angelegt, weshalb sie, wenn sie nicht in ganz festem Gebirge getrieben wurden, mit einer Ausmauerung versehen werden müssen. Sie erhalten gegen das Mundloch zu ein Gefälle, welches je nach Umständen 1 : 600 bis 1 : 1000 beträgt.

Mit dem Namen **Erbstollen** werden Stollenanlagen bezeichnet, welchen nach dem alten Berggesetze besondere Begünstigungen zustanden. Sie dienen in der Regel zur Wasserlösung von verschiedenen Grubenrevieren und führen deshalb wohl auch den Namen Revierstollen.

Die Erbstollengerechtigkeit bestand in der Befugniß, einen Stollen von einem bestimmten Punkte aus in das vorliegende Gebirge in beliebiger Richtung zu treiben, um theils fremde verliehene Bergwerke zu lösen, theils unverliehene Lagerstätten aufzusuchen. Die Erwerbung des Erbstollens geschah, gleich jener des Grubenfeldes, durch Muthung und Verleihung. Dem Erbstöllner steht im verliehenen fremden Felde der Stollenhieb zu, statt dessen er auch den vierten Pfennig, d. i. die Erstattung des vierten Theiles der Kosten, welche er vom ersten Durchschlag

in das Grubenfeld auf den Forttrieb des Stollens durch dasselbe verwendet, erfordern kann. Nach erfolgter Wasser- und Wetterlösung gebührt dem Stöllner ferner, soferne er die Erbteufe, nämlich $10^1/_2$ Lachter einbringt, das Neuntel (Stollenneuntel) von den im Grubenfeld gewonnenen Mineralien, nach Abzug des früheren landesherrlichen Zehnten, also ein Zehntel der Förderung.

Mit dem Namen Förderstollen werden jene Stollen belegt, welche zur Förderung, d. i. zum Transporte der gewonnenen Mineralien sowie der Ausbruchsmasse dienen. Es ist einleuchtend, daß man solche Stollen so kurz als möglich machen wird, und daß man ihnen, wenn überhaupt es die Umstände zulassen, ein Gefälle gegen das Mundloch ertheilt. Dann geschieht die Förderung auf Wagen, welche mit einer einfachen Bremsvorrichtung versehen sind; in Folge des Gefälles bewegt sich der beladene Wagen nach dem Mundloche zu. Ein rückwärts auf dem Wagen stehender Arbeiter regulirt die Geschwindigkeit und bringt schließlich das Gefährte zum Stillstande, indem er durch sein Körpergewicht die Bremse mehr oder minder stark an den Radkranz andrückt. Ist es nicht möglich, dem Stollen ein Gefälle nach dem Mundloche zu ertheilen, sondern steigt derselbe gegen dieses an, so muß die Förderung mit Maschinen erfolgen.

Die Aufgabe der Wetterstollen ist es, den unterirdischen Bauen frische Luft zuzuführen. Man trachtet, diese Stollen nach Möglichkeit kurz und ohne Krümmungen anzulegen, damit die Luft ungehindert und ohne einen großen Widerstand überwinden zu müssen hindurchstreichen kann. Man treibt sie mit starkem Ansteigen gegen den Ausgang zu, so daß sie gewissermaßen als schräge liegende Schornsteine zu betrachten sind und auch in gleicher Weise wirken.

Nicht unter allen Verhältnissen ist es jedoch möglich, Stollen anzulegen, häufig sind die tiefergelegenen Thalgründe zu weit entfernt, als daß dieselben rasch mit Stollen zu erreichen wären. Dann geht man behufs Erreichung der Lagerstätte in der Weise vor, daß zunächst ein Schacht abgeteuft wird, und von diesem aus treibt man übereinander und in verschiedenen Abständen Stollen nach der zu gewinnenden Lagerstätte. Solche Stollen werden als Querschläge bezeichnet. Hat ein solcher Querschlag die Lagerstätte erreicht, so wird auf derselben ein Stollen nach beiden Richtungen hin getrieben, und zwar so weit, als sich die Lagerstätte erstreckt oder die Berechtigung zu deren Ausbeutung vorhanden ist. Solche Stollen, welche entweder nur ganz wenig ansteigen oder vollkommen horizontal (söhlig) verlaufen, werden Grundstrecken, Sohlenläufer oder Gezeugstrecken genannt.

Durch solche Anlagen wird eine Abgrenzung der Lagerstätte in verschiedene Etagen erreicht und von diesen aus dann der Abbau der Lagerstätte in Angriff genommen. Deshalb giebt man den Querschlägen oft größere Dimensionen als den eigentlichen Stollen, da durch dieselben eine bedeutende Förderung viel Raum einnehmender Massen stattfindet, und man nur bei genügendem Raume im Stande ist, den Abbau zu forciren.

Schließlich wollen wir noch einer Art von Stollen erwähnen, welche allerdings beim Bergbaue nicht in Anwendung kommen, dagegen ein wesentliches Hilfsmittel des Tunnelbaues bilden. Es sind dies die Richtstollen, welche jedem zu erbauenden Tunnel vorausgetrieben werden, um die Richtung sowie die Höhenlage des Tunnels zu bestimmen. Außerdem erlangt man durch den Richtstollen aber auch Aufschluß über die Natur des zu durchfahrenden Gebirges, wonach sich die Wahl der Ausmauerung und des Tunnelprofiles richtet, sowie über die Wasserverhältnisse, ob viele oder nur wenige Wasser zusetzen, dementsprechend müssen dann die Maßnahmen zur Bewältigung getroffen werden.

Mit dem Baue des Richtstollens, der, je nachdem er entweder am oberen Theile oder am unteren Theile des Tunnels getrieben wird, als First- oder Sohlenstollen bezeichnet zu werden pflegt, wird aber noch ein weiterer Zweck verbunden. Man strebt nämlich danach, denselben so rasch als möglich zum Durchschlage zu bringen, und zwar zu dem Zwecke, um eine ausreichende Ventilation der Anlage herbeizuführen.

Vom Richtstollen aus erfolgt dann erst die weitere Herstellung des Tunnels, indem derselbe auf das nöthige Profil ausgeweitet und ausgemauert wird.

Die Länge der Stollen richtet sich immer nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, und nach den an Ort und Stelle gegebenen Verhältnissen. An einzelnen Orten wurden Stollen von ganz gewaltiger Länge getrieben, und diese Denkmale menschlichen Fleißes werden umso bewunderungswürdiger, wenn wir uns die Summe von Arbeit vergegenwärtigen, welche zu ihrer Herstellung erforderlich war. So besitzt der Schlüsselstollen im Mannsfeldischen eine Länge von 31.060 Meter, zu deren Durchwanderung ein rüstiger Fußgeher über fünf Stunden benöthigt. Die Herstellungskosten dieses Stollens betrugen 3,623.783 Mark, so daß sich das laufende Meter im Durchschnitte auf über 116 Mark stellt.

Eine ebenfalls ganz respectable Länge besitzt der schon erwähnte Ernst August-Stollen im Harz, welcher sammt den Flügelschlägen fast 26 Kilometer lang ist. Der Rothschönberger-Stollen bei Freiberg erstreckt sich 13.901 Meter weit in das Gebirge; zu seiner Herstellung waren 33 Jahre erforderlich, in welcher Zeit beinahe $7^1/_4$ Millionen Mark verausgabt wurden.

Ebenso bewunderungswürdig wie diese Stollenanlagen sind aber auch die modernen Tunnelbauten, welchen man nun ebenfalls, dank den Bohrmaschinen und dem Dynamite, eine früher ungeahnte Länge ertheilen kann und sie überdies in dem verhältnißmäßig kurzen Zeitraume von wenigen Jahren der Benützung übergiebt. Die zur Zeit bestehenden zehn längsten doppelgeleisigen Tunnels auf der ganzen Erde sind folgende:

Gotthardtunnel	14.990 Meter
Mont Cenistunnel	12.233 »
Kodschaktunnel (Schikarpur—Kandahar) . . .	10.281 »
Arlbergtunnel	10.270 »

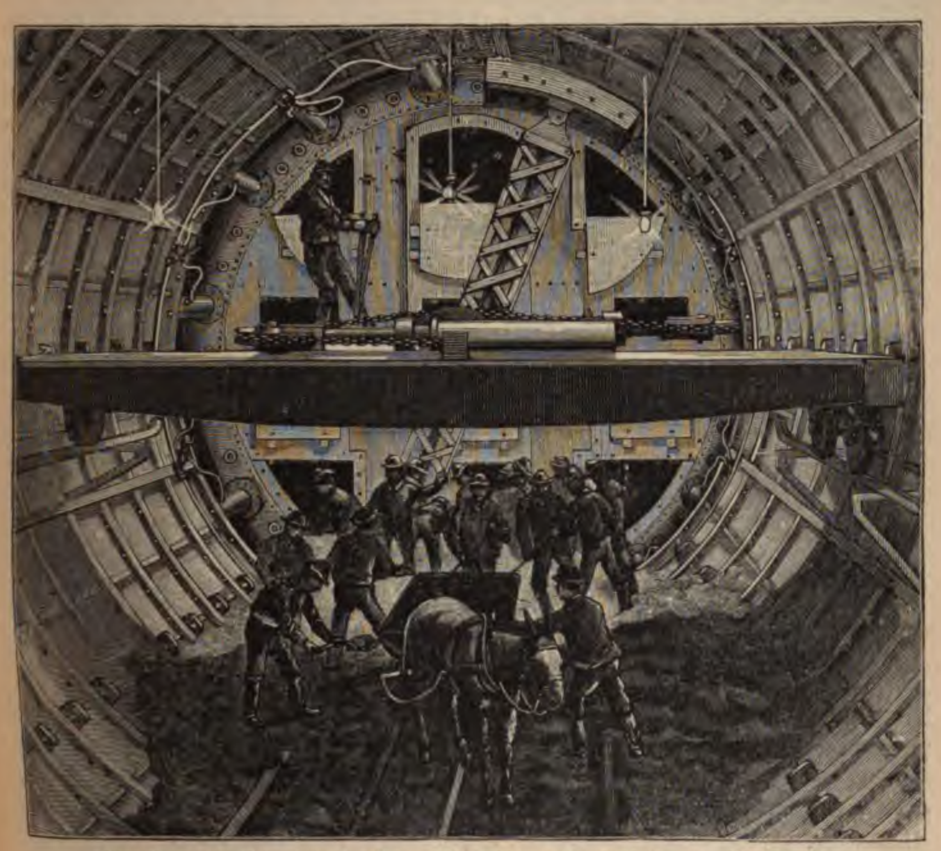
Haupttunnel der Giovibahn (Genua)	8.260	Meter
Hoosactunnel in Massachusetts	7.640	»
Severntunnel	7.250	»
Tunnel von Marianopoli (Catania—Palermo)	6.480	»
Slandridgetunnel (London—Birmingham) . .	4.970	»
Nerthetunnel (Marseille—Avignon)	4.620	»

Wenn auch die Herstellung großer Tunnels mit dem Bergwerksbetriebe nur in einem gewissen Zusammenhange steht, so halten wir es doch angezeigt, an dieser Stelle einen kurzen Blick auf die verschiedenen Tunnelbaumethoden zu werfen, welche in mancher Beziehung äußerst lehrreich sind. Im Allgemeinen können wir vier Tunnelbaumethoden unterscheiden, welche nach jenen Ländern, in welchen sie zur Anwendung kamen und in der Folge consequent durchgeführt werden, ihre specielle Bezeichnung erhielten. In diesem Sinne spricht man von einer englischen, belgischen, deutschen und österreichischen Tunnelbaumethode. Die Unterscheidungsmerkmale beziehen sich auf den Vorgang bei der Durchführung des vollen Tunnelausbruches und auf die Art und Weise, in welcher die Mauerung hergestellt wird.

Wir erwähnten schon, daß zu Beginn der Anlage eines Tunnels zunächst ein sogenannter Richtstollen durch das Gebirge getrieben wird. Sein Name besagt, daß er die Linie des auszuführenden Tunnels einzuhalten hat, und zwar entweder auf Grund der oberirdisch vorgenommenen Absteckung, oder, wo dies die örtlichen Verhältnisse nicht gestatten, mit Hilfe trigonometrischer Vermessung. In der Regel wird es möglich sein, den Richtstollen von den beiden Enden des künftigen Tunnels her in Angriff zu nehmen. Bei großen Tunnels ist dies eine wichtige Vorbedingung zwecks rascher Ausführung des Baues, sie erfordert aber auch gleichzeitig einen hohen Grad von Vorsicht und Genauigkeit von Seite der leitenden Ingenieure, damit die beiden Stollen genau aufeinander stoßen. Bei einem geradlinigen Verlaufe der Tunnelachse ist — wie Schweiger-Lerchenfeld ausführt — diese Aufgabe minder schwierig als bei den Spiral- oder Kehrtunnels, welche angelegt werden, um innerhalb des Berges die nöthige Höhe für den Austritt zu erlangen. Sie gleichen gewissermaßen einer Wendeltreppe, nur daß man sich mit der Anlage einer oder doch nur weniger Spiralen begnügt, deren Sohle dann eine bedeutende Neigung besitzt. Der Gotthardtunnel ist zum Theile ein solcher Spiral- oder Kehrtunnel. Bei großen Tunnels, deren Enden in Curven liegen, werden Nebenstollen in der Achse des geradlinigen Haupttheiles hergestellt. So befand sich am St. Gotthard bei Airole ein Observatorium in der Richtung des Richtstollens, von welchem aus der geradlinige Fortschritt der Arbeiten controlirt wurde. Vom Eingange des Nebenstollens konnte die Richtungs- und Centralvisur bis zu dem Punkte stattfinden, an welchem die geradlinige Achse in die Curve übergeht.

Je mehr Angriffspunkte die örtlichen Verhältnisse zur Herstellung des Richtstollens darbieten, desto rascher wird die Arbeit von Statten gehen. Die Vermehrung der Angriffspunkte wird theils durch Seitenstollen, theils durch sogenannte Tunnel-

schächte erzielt. Erstere, welche nur dann durchführbar sind, wenn der herzustellende Tunnel in einer Berglehne liegt, werden von dieser aus senkrecht zur Tunnelachse vorgetrieben, und sobald diese erreicht ist, wird der Stollenausbruch nach beiden Seiten hin bewirkt. Es ergeben sich dann mehrere Durchschlagsstellen, welche zwischen zwei solchen Angriffspunkten, beziehungsweise zwischen ihnen und den äußeren Mundlöchern liegen. Die Tunnelschachte sind nur dort ohne über-



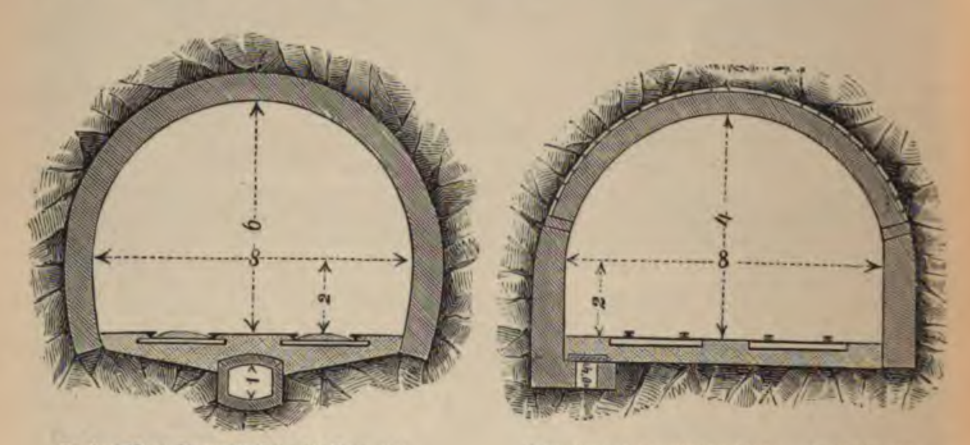
Tunnelbau unter Anwendung des hydraulischen Schirmes im Hudsontunnel. Zu Seite 197.

mäßigen Kostenaufwand herzustellen, wo die Mächtigkeit des über der Tunnelachse lagernden Gebirges das Maß der Zulässigkeit nicht überschreitet.

Die Terrainverhältnisse bringen es häufig mit sich, daß der Stollen nicht unmittelbar am künftigen Mundloche des Tunnels in Angriff genommen werden kann, sondern der Zugang durch sogenannte Voreinschnitte erst geschaffen werden muß. Sind dieselben lang und tief, so empfiehlt es sich, dieselben aufzuschlitzen, einen Einschnittsstollen vorzutreiben. Erhält dieser eine außergewöhnliche Länge, so wird man überdies in der Verticalen über dem künftigen Tunnelmundloche

einen Schacht — den sogenannten Mundlochschacht — abteufen. Vom Fuße des letzteren aus wird sowohl der Richtstollen in der Tunnelachse als der Einschnittstollen gegen den Fuß des Voreinschnittes hin vorgetrieben. Es ergeben sich dann drei Angriffspunkte, was wesentlich zur Beschleunigung der Arbeit beiträgt.

Die Führung des Richtstollens ist nicht so aufzufassen, als handle es sich lediglich um dessen Herstellung, ohne vorläufige Berücksichtigung des vollen Ausbruches. Es ist gerade das Entgegengesetzte der Fall, mit dem Fortschreiten des Stollenbaues geht nicht nur der Ausbruch auf das volle Tunnelprofil, sondern auch die Mauerung — soferne sich dieselbe überhaupt als nothwendig erweist — Hand in Hand. Ein Tunnelbau wird sonach in den meisten Fällen die verschiedenen Stadien des Stollendurchschlages, des vollen Ausbruches und der



Zweigeleisiges Tunnelprofil. Zu Seite 197. Tunnelprofil der Gotthardbahn. Zu Seite 197.

Mauerung aufweisen, welche von der Stollenbrust bis zum Mundloche in entsprechender Entfernung aneinander schließen. Von größter Wichtigkeit nicht nur für die Förderung des gelösten Gebirges, sondern auch für die Materialzufuhr, ist das zweckmäßige Ineinandergreifen aller Hilfsmittel des Baubetriebes, wozu in erster Linie die Seitenstollen und die Tunnelschachte zu zählen sind.

Wir müssen nun noch ein Detail hervorheben, welches in den früher erwähnten Tunnelbaumethoden eine große Rolle spielt. Es ist dies die Lage des Richtstollens, dessen Bezeichnung als First- und Sohlenstollen wir schon kennen gelernt haben, zur Tunnelachse. Die Frage, ob Sohlenstollen, ob Firststollen, hat die Gemüther der technischen Welt zu Zeiten sehr erhitzt, und sie ist bis auf den Tag eigentlich unentschieden geblieben. Jede dieser beiden Anlagen hat ihre Vor- und Nachtheile, und es hängt ganz wesentlich von der Beschaffenheit des zu lösenden Gebirges, beziehungsweise von den allgemeinen Baudispositionen ab, welche Methode jeweilig in Anwendung zu kommen hat. Der Sohlenstollen gestattet eine rasche Material-

förderung und rationelle Entwässerung, wogegen der Firststollen rücksichtlich des Vollausbruches im Vortheile ist.

Mit dieser Frage stehen die mehrgenannten Tunnelbaumethoden im Zusammenhange, jedoch nicht in dem ausschlaggebenden Maße, als gewöhnlich angenommen wird. Bei der englischen Methode wird als Richtstollen ein Sohlenstollen vorgetrieben, von diesem werden senkrechte Schachte nach aufwärts hergestellt und nun auch ein Firststollen nachgetrieben. Dann werden die obersten Kronenbalken der Zimmerung eingelegt, der Vollausbruch nach beiden Seiten durchgeführt und das ganze Joch eingebaut. Sowohl dieser Vorgang als auch jener der Mauerung beschränken sich jederzeit auf bestimmte kurze Strecken von 3—8 Meter Länge, welche man Zonen nennt. Dem Systeme kommt der Vortheil großer Sicherheit bei minder standfestem oder beweglichem Gebirge zu, es erfordert aber einen steten Wechsel der beschäftigten Arbeiter, da bald nur Erdarbeiter, bald nur Maurer in Verwendung kommen.

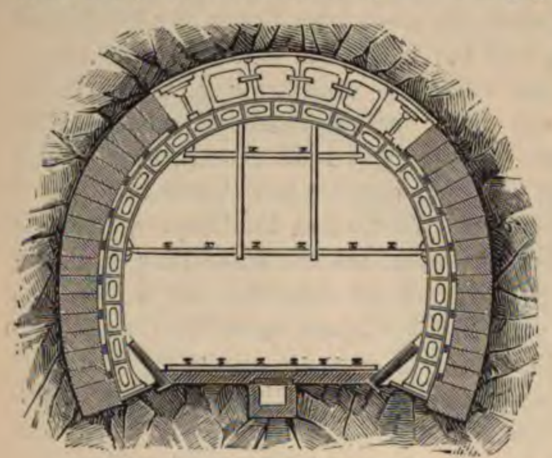
Die belgische Tunnelbaumethode besitzt als charakteristisches Merkmal, daß vom vorgetriebenen Firststollen aus sofort der Ausbruch der oberen Hälfte des Tunnelprofiles erfolgt (Calotte) und gleichzeitig die Mauerung in Angriff genommen wird. Da diese auf dem noch nicht ausgebrochenen Theile des Tunnelprofiles aufruht, muß das Gewölbe beim Fortschreiten des Baues unterfangen werden. Zu diesem Zwecke wird vom Firststollen aus der Sohlenschlitz hergestellt und von diesem der Vollausbruch zunächst nach der einen Seite des Gebirges bis zum Fuße des Gewölbes, welches mit starken Bäumen unterstützt (unterfangen) wird, bewirkt. Hierauf wird das Widerlager eingesetzt. In gleicher Weise verfährt man auf der entgegengesetzten Seite des Sohlenschlitzes. Die belgische Tunnelbaumethode gestattet übrigens auch die Anwendung des Sohlenstollens, indem man von diesem aus senkrechte Schächte herstellt, um mittelst eines gleichzeitig vorzutreibenden Firststollens den Ausbruch der Calotte, beziehungsweise der Mauerung, vornehmen zu können.

Die deutsche Tunnelbaumethode ist ihrer Kostspieligkeit wegen fast gar nicht mehr in Anwendung. Sie ist die älteste Tunnelbaumethode und verdankt ihren Ursprung einem unter besonderen Erschwernissen durchgeführten Bau, dem im Schwimmsande hergestellten Königsdorfer Tunnel der Köln-Aachener Bahn (1837). Das Princip dieser Methode besteht darin, daß neben dem Firststollen seitliche Sohlenstollen vorgetrieben werden, so daß an Stelle des eigentlichen achsialen Sohlenstollens ein Erdkörper, der sogenannte Kern, zurückbleibt, welcher der Zimmerung zur Stütze dient. Die letztere kann unter Umständen sehr problematisch werden, wenn das Ausbruchsmateriale nicht widerstandsfähig ist, in welchem Falle der Kern dem Zerdrücken ausgesetzt ist. Die Mauerung beginnt mit den Widerlagern und schreitet gegen das Scheitel hin vor.

Die österreichische Tunnelbaumethode erscheint deshalb besonders rationell, da sie durch Abstufung der Baustadien vom nachgetriebenen Sohlenstollen zum vollen Ausbruch, zu der Zimmerung und Mauerung eine sehr zweckmäßige Aus-

nützung der Arbeitskräfte zuläßt. Mit der Mauerung wird, wie bei der englischen Methode, erst nach dem Vollausbruch begonnen, jedoch nicht auf kurze Zonen, sondern auf längere Strecken, wobei also ein Wechsel von Erdarbeitern und Maurern nicht stattzufinden braucht. Bei beweglichem Gebirge bringt indeß diese Methode mehr als irgend eine andere die Gefahr von Einstürzen während des Vollausbruches mit sich. Wo die Möglichkeit solcher Zwischenfälle von vorneherein erkannt wird, bietet indeß gerade diese Methode mit ihrer ausgezeichneten und widerstandskräftigen Zimmerung die Gewähr einer erfolgreichen Bekämpfung schwimmenden oder druckreichen Gebirges.

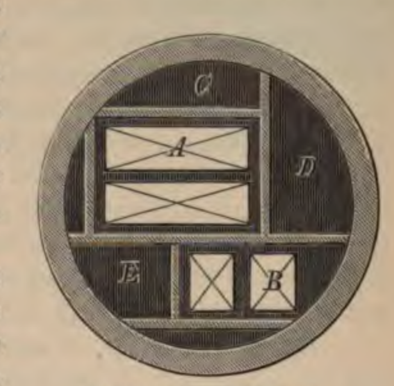
Neben der Einrüstung aus Holz hat jene aus Eisen, trotz der vielen Vortheile, welche sie darbietet, wenig Verbreitung gefunden. Ihrem Wesen nach besteht diese von dem österreichischen Ingenieur Ržicha erfundene Methode darin, daß das Gebirge des Vollausbruches durch eiserne Bogen getragen wird, welche aus zwei Rahmen bestehen, von denen der innere die Bestimmung hat, den eingesetzten Werkstücken oder Ziegeln der Gewölbeausmauerung als Lehrgerüste zu dienen. Der äußere Rahmen, welcher sich an den inneren dicht anschmiegt, besteht aus einem Kranze von rahmenförmigen, einzelnen Stücken. Der ganze Kranz stemmt sich unmittelbar an das Gebirge, durch das successive Auslösen dieser kleinen Rahmen und Ersetzung durch die Mauerung kommt diese zuletzt ganz auf den inneren Hauptrahmen zu ruhen, der also, wie erwähnt, als Lehrgerüste figurirt und erst dann zur nächsten Baustrecke verwendet wird, wenn der betreffende Gewölbsring geschlossen ist. Zur Erleichterung der Arbeit werden innerhalb des inneren Rahmens in entsprechender Höhe horizontale Träger aus alten Eisenbahnschienen und auf diesen die Arbeitsgeleise für die Förderkarren angebracht. . . .


Ržicha's eiserne Tunnelbaumethode. Zu Seite 198.

So interessant dieses Gebiet des Tunnelbaues auch ist, so müssen wir es uns doch versagen, näher auf dasselbe einzugehen, da es mit unserem eigentlichen Thema, dem Bergbaue, doch nur in oberflächlichem Zusammenhange steht. Wir wenden uns nun vielmehr der Anlage und dem Zwecke der Schächte zu.

Unter der Bezeichnung »Schacht« versteht man die senkrechten oder nur sehr wenig von der Senkrechten abweichenden Verbindungen des Tiefbaues mit der Oberfläche, welche je nach den Umständen einen quadratischen, rechteckigen, runden oder elliptischen Querschnitt erhalten. Der Zweck, welchem ein Schacht zu dienen

hat, kann ein sehr verschiedener sein; so dienen die Fahrschachte zur Beförderung der Belegschaft vor Ort, die Förderschachte zum Ausbringen des gewonnenen Erzes, der Kohle oder der Berge; Wetterschächte werden abgeteuft, um den erforderlichen Luftwechsel in der Grube herbeizuführen, Wasserhaltungsschachte dienen zur Entfernung der Wasser mittelst Maschinen u. s. f. In der Regel dient ein Schacht aber nicht nur einem der genannten Zwecke, sondern er findet mehrfache Benützung, und es erfolgt dann beispielsweise in einem und demselben Schachte, der dann allerdings in verschiedene Abtheilungen getheilt ist, die Wetterführung, Wasserhaltung, Förderung ꝛc.



Eintheilung eines Schachtes.
A Förderung, B Seilfahrt, C Reservefahrten, D ausziehender Wetterstrom, E Wasserhaltung. (Nach Demanet.) Zu Seite 199.

Schächte, welche von Tage aus vollkommen vertical (saiger) niedergehen, werden als Saiger- oder Richtschächte bezeichnet, dagegen solche, welche in geneigter Richtung niedergehen, tonnlägige Schächte genannt. Geht ein ursprünglich saigerer Schacht in der Tiefe in einen tonnlägigen über, so wird er als gebrochener Schacht bezeichnet.

Eine besondere Bedeutung der Schächte ist darin gelegen, daß sie den Wetterwechsel zu besorgen haben, d. h. daß sie wie Schlote wirken, durch welche einerseits die verdorbene, eventuell mit irrespirablen oder explosiblen Gasen beladene Luft auszieht, andererseits aber frische unverdorbene Luft zugeführt wird. Es muß daher auch jeder Tiefbau mit mindestens zwei von einander unabhängigen Schächten versehen sein, um einerseits einen regelmäßigen Wetterwechsel zu unterhalten, andererseits aber auch, damit für den Fall, als der eine Schacht plötzlich unfahrbar wird, ein zweiter als Ausweg zur Verfügung steht. Diese Bestimmung, daß zwei Schächte vorhanden sein müssen, ist noch nicht so alten Datums, und wäre sie früher erflossen, so würde mancher schwere Unglücksfall vermieden worden sein.



Eintheilung eines Schachtes.
A Förderung, B ausziehender Wetterstrom, C Wasserhaltung und Fahrung. Zu Seite 199.

So hatte das Fehlen eines zweiten Schachtes eine schreckliche Katastrophe im Jahre 1862 auf der englischen Kohlengrube Hartley im Gefolge. Es war nämlich der Balancier der Wasserhaltungsmaschine gebrochen und die eine Hälfte dieses Gußstückes von enormem Gewichte stürzte in den einzigen der Grube zur Verfügung stehenden Schacht, in welchem es Zerstörungen von solchem Umfange anrichtete, daß derselbe vollkommen zusammenging. Damit war aber den in der Grube befindlichen 204 Arbeitern der Ausweg abgeschnitten, und sie fanden alle, da Hilfe nicht rasch genug gebracht werden konnte, einen schauderhaften Tod.

Wir erwähnten schon, daß in vielen Fällen ein Schacht verschiedenartigen Zwecken zu dienen hat, er wird dann in die erforderliche Anzahl von Abtheilungen (Trummen) getheilt. Gewisse Zwecke dürfen aber nicht immer in einem und demselben Schachte vereinigt werden, da sie sich oft gegenseitig hinderlich wären. So wäre es beispielsweise fehlerhaft, jenes Schachttrumm in Schlagwetter führenden Kohlengruben, durch welches die Wetter ausziehen, gleichzeitig zur Fahrung der Arbeiter zu verwenden, und zwar aus dem Grunde, da es an und für sich gefährlich ist, eine große Anzahl von Menschen sich in einer unter Umständen explosiblen Atmosphäre bewegen zu lassen. Dazu kommt aber noch, daß nach einer erfolgten Grubengasexplosion die Arbeiter sich begreiflicherweise so rasch als möglich nach den Fahrten retten. Bewegen sich diese nun in dem aufsteigenden Wetterstrome, so kann nur zu leicht der Fall eintreten, und derselbe hat schon viele, viele Opfer gefordert, daß sie dort von den nach der Explosion hinterbleibenden irrespirablen Gasen, dem Nachschwaden, ereilt und von diesen erstickt werden.

Die Art und Weise, in welcher ein Schacht abgeteuft wird, richtet sich ganz nach der Natur des zu durchfahrenden Materiales. Bei nicht zu wasserreichem, festem Gebirge wird immer Sprengarbeit zu Hilfe genommen, während man, wenn es sich darum handelt, sehr wasserreiche Schichten oder sogenannten Schwimmsand zu durchsetzen, besondere Verfahren, auf welche wir noch zu sprechen kommen werden, anzuwenden pflegt.

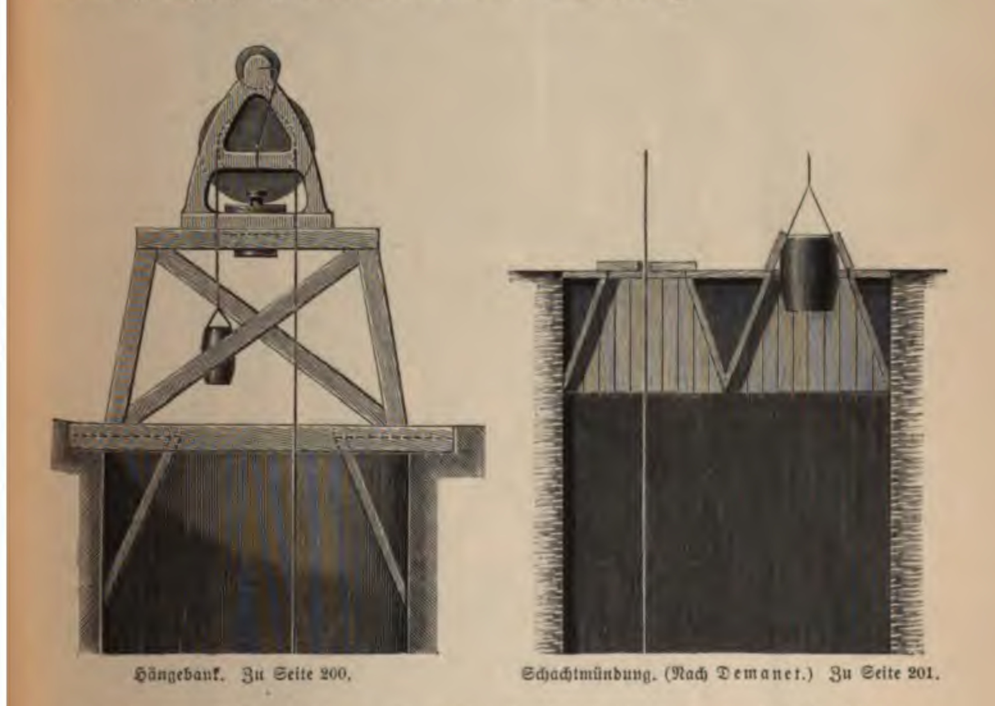
Ein besonders rasches Vorwärtskommen gestattet das Verfahren von Pleasants (Shelley-Bullock), welches darin besteht, daß mittelst Diamantbohrmaschinen verticale Löcher auf der Schachtscheibe in Abständen von ungefähr 1 Meter auf 50—100 Meter Tiefe getrieben werden. Die einzelnen Bohrlöcher erhalten einen Durchmesser von 45 Millimeter, ihre Anzahl richtet sich nach dem Durchmesser des Schachtes. Ist eine Serie dieser Löcher fertiggestellt, so werden sie besetzt und abgesprengt, das gelockerte Materiale entfernt und die Bohrmaschinen beginnen aufs Neue ihre Thätigkeit. Es ist begreiflich, daß auf diese Weise ein großer Fortschritt, bis zu 10 Meter pro Tag und Bohrmaschine, deren bis zu 10 aufgestellt werden können, erreicht wird.

Die Wegförderung der beim Schachtabteufen gewonnen Berge erfolgt mittelst Kasten oder Tonnen, welche an Hanfseilen von der Hängebank, d. i. dem über dem Schachte aufgeführten Gerüst, auf- und abgelassen werden. Die Arbeit des Schachtabteufens ist immer mit gewissen Gefahren verbunden, welche hauptsächlich durch das Herabfallen von Gesteinsstücken, von Bergen von der Hängebank oder den Fördergefäßen und endlich durch Seilbruch bedingt werden. Es sind daher gewisse Maßnahmen zum Schutze der Arbeiter nöthig, soll deren Leben nicht in permanenter Gefahr schweben.

Führt der Schacht nicht durch feste und compacte Schichten, so muß unverzüglich an die Verkleidung (Verzimmerung) geschritten werden, welche je nachdem ob der Schacht ausgemauert werden soll oder nicht, nur einen provisorischen

Charakter erhält oder gleich dauernd hergestellt wird. Das Herabfallen von Bergen von der Hängebank sucht man durch Bedecken der Schachtmündung mit einem Bohlenbelag zu verhindern, in welchem sich nur durch Fallthüren verschließbare Oeffnungen befinden, die den Fördergefäßen den Durchgang gestatten. Auch dürfen die Fördergefäße nie übermäßig angefüllt werden.

Gegen Seilbruch kann man sich nur durch die peinlichste tägliche Revision des Seiles schützen und durch sofortige Auswechselung desselben, sobald es den kleinsten Schaden aufweist. Die Förderseile bestehen aus Hanf, Aloëfaser, Eisen- oder Stahldraht, sie sind entweder rund oder bandförmig.

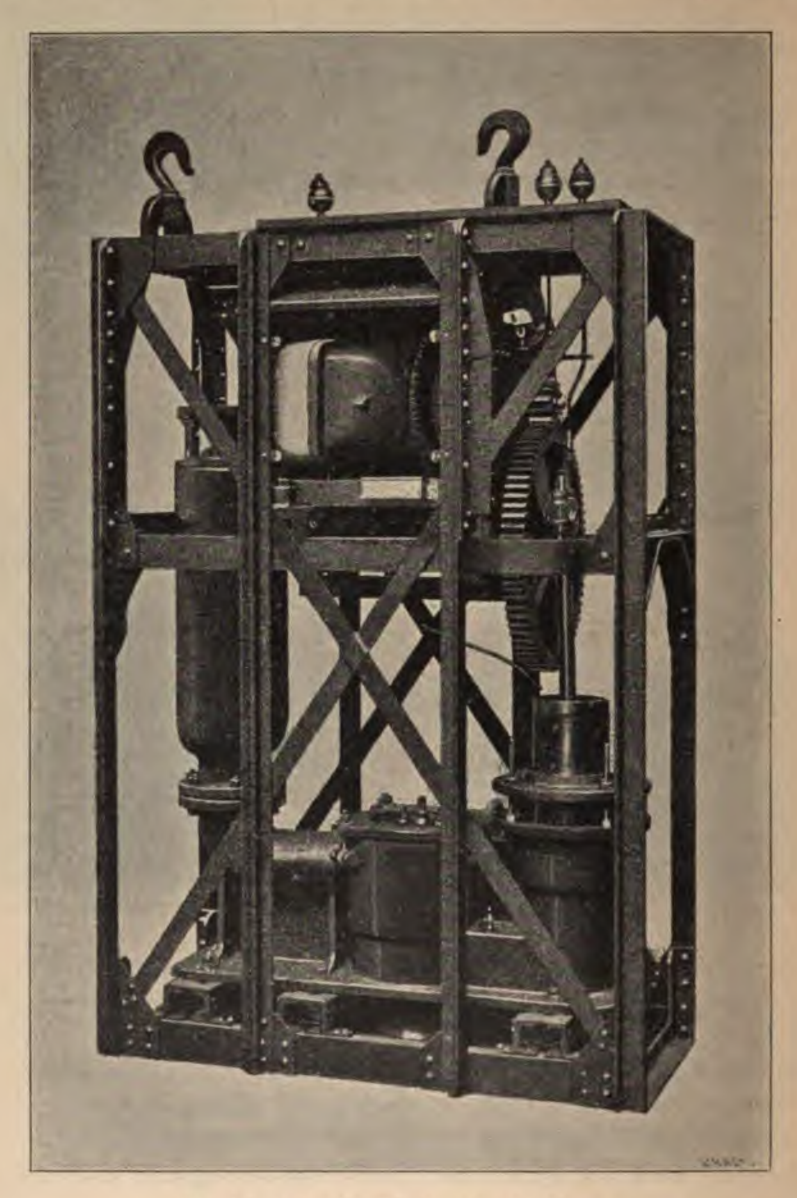


Hängebank. Zu Seite 200. Schachtmündung. (Nach Demanet.) Zu Seite 201.

Auch der Wasserhaltung ist während des Abteufens eines Schachtes volle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Sitzt das Wasser im oberen Theile in geringerer Menge zu, so wird dasselbe in Wasserschlössern oder in aus Lehm oder Brettern hergestellten, eventuell auch in Stein gehauenen Rinnen aufgefangen und hinter einen Damm geführt. Ist dagegen der Wasserzufluß stärker, sind aber gleichzeitig die wasserführenden Schichten von keiner besonderen Mächtigkeit, so wird das zusitzende Wasser durch eine wasserdichte Schachtausmauerung oder eine Cuvelage in Eisen oder Holz (siehe weiter unten) abgesperrt.

Ist es erforderlich, die sich im Schachte ansammelnden Wasser zu heben, so erfolgt dies auch wieder, je nach der Menge derselben, mit verschiedenen Mitteln. Geringe Wassermengen werden mittelst der Tonne bewältigt, größere jedoch er-

fordern die Aufstellung von Dampfpumpen oder von Pulsometern. Bei n
stärkerem Wasserzudrange sind aber Hub- und Druckpumpen nöthig, welche n



Abteufpumpe mit elektrischem Antriebe. Zu Seite 203.

Maßgabe der Zunahme der Schachttiefe entweder verlängert oder nachgese
wurden. Sehr zweckmäßig sind auch die von der Actiengesellschaft Siemens

Halske construirten Abteufpumpen mit elektrischem Antriebe, nach Maßgabe des Fortschreitens der Arbeit wird die sammt dem Motor in einem starken Gestelle montirte Pumpe gesenkt. Die Stromführung erfolgt durch bewegliche Kabel.

In neuerer Zeit pflegt man wohl die Wasser auch in der Weise zu bewältigen, daß Doppelschächte angelegt werden, und zwar bestehen diese aus dem Förderschacht, und etwa 20 Meter neben diesem, in jener Richtung, nach welcher die Schichten abfallen, befindet sich der eigentliche Wasserhaltungsschacht. Verhältnißmäßig einfach kann die Frage der Wasserhaltung beim Schachtabteufen gelöst werden, wenn sich unterhalb des abzuteufenden Schachtes eine Unterfahrung, ein Stollen befindet. Dann wird ein Bohrloch von geringem Durchmesser bis auf den Stollen niedergebracht und durch dieses das sich im Schachte ansammelnde Wasser abgeleitet.

Sobald beim Schachtabteufen eine gewisse Tiefe erreicht wurde, ist auch auf die Wetterführung Rücksicht zu nehmen. Bei geringen Schachttiefen erfolgt der Wetterwechsel wohl von selbst in genügender Weise, ist dies nicht mehr der Fall, so wird die künstliche Ventilation durch Wetterscheider und Wetterthürme, am besten aber durch eigene Ventilatoren eingerichtet. Durch eine gute Wetterführung wird nicht nur den Arbeitern der Aufenthalt in der Tiefe wesentlich erleichtert, sondern es wird auch das Fortschreiten der Arbeit bedeutend gefördert, denn ein rascher Luftwechsel ermöglicht es, nach jeder Sprengung bald die Arbeit wieder aufzunehmen, da sich die Verbrennungsproducte des Sprengmittels dann sehr rasch verziehen.

Wurde ein Schacht auf eine gewisse Tiefe, beispielsweise bis zur Erreichung der kohleführenden Schicht niedergetrieben, so wird zum Abbau der betreffenden Strecke geschritten. Bevor diese Sohle aber erschöpft ist, muß wieder Sorge getragen werden, daß eine weitere ausgerichtet wird und bei Erschöpfung der oberen in vollständig vorgerichtetem Zustande zur Verfügung steht. In einem solchen Falle, der sehr häufig vorkommt, ist es nöthig, den Förderschacht weiter abzuteufen.

Nun haben wir uns aber zu vergegenwärtigen, daß der obere Theil des Förderschachtes fortwährend in Anspruch genommen ist; in demselben gehen die Förderkörbe auf und ab, an den Füllörtern und an der Hängebank werden die Förderwagen aufgestoßen und abgezogen, kurz und gut, die Fördervorrichtung ist in der Regel derart in Anspruch genommen, daß sie, ohne eine namhafte Störung zu erleiden, nicht für die Bergförderung aus dem Abteufen benützt werden kann. Ferner ist noch zu berücksichtigen, daß es aus den genannten Gründen auch nicht möglich ist, die mit dem Abteufen beschäftigten Arbeiter unmittelbar an der Schachtsohle arbeiten zu lassen, da sie dort zu sehr gefährdet wären.

Um daher alle diese Uebelstände zu vermeiden, geht man in der Weise vor, daß man den Schacht nicht direct weiter abteuft, sondern zwischen der bisherigen Schachtsohle und dem Abteufen einen die Arbeiter schützenden Gesteinspfeiler, die

Schwebe, stehen läßt, welcher erst nach Vollendung der Arbeit entfernt wird. Dieser Vorgang wird als »Abteufen unter der Schwebe« bezeichnet.

Zu diesem Zwecke (siehe die Abbildung) bringt man zunächst seitwärts vom Hauptschachte einen kleinen Hilfsschacht AB nieder. Hat derselbe eine hinreichende Tiefe, etwa 10 oder 15 Meter erreicht, so wird von seiner Sohle aus eine Strecke bis unter den Hauptschacht getrieben. Senkrecht unter diesem wird der Raum von der nöthigen Grundfläche ausgebrochen und nunmehr das eigentliche Abteufen begonnen.



Abteufen unter der Schwebe.
Zu Seite 204.

Behufs Förderung der Berge wird ein Haspel bei C über dem Abteufen und ein zweiter bei A über dem Hilfsschacht aufgestellt. Die Berge werden zunächst mittelst des ersten Haspels gehoben, dann auf Wagen bis an den Hilfsschacht transportirt und schließlich durch diesen mittelst des zweiten Haspels emporgefördert. Wenn das Abteufen tief ist, z. B. 50 Meter überschreitet, so ist man zuweilen genöthigt, in der Mitte der zu erreichenden Teufe auf einer festen Bühne einen dritten Haspel aufzustellen. Hat das Abteufen die gewünschte Tiefe erreicht, so wird die Schwebe ohne die geringste Schwierigkeit entfernt.

Von der größten Wichtigkeit ist es bei dieser Arbeitsweise, daß die Achse des ursprünglichen, sowie des unter der Schwebe abgeteuften Schachtes vollständig zusammenfallen; man erreicht dies auf verschiedene Weise.

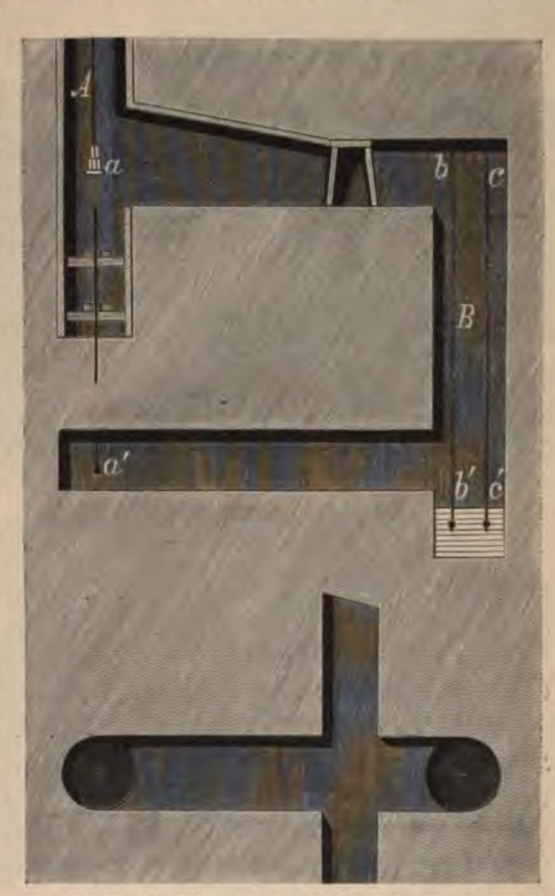
Der einfachste Weg ist wohl der, daß man Bohrlöcher durch die Schwebe stößt, doch ist dies kein durchaus zuverläßiges Mittel, denn es kann nur zu leicht der Fall eintreten, daß bei ungleichförmigen Gesteine die Bohrer eine schräge Richtung annehmen und dadurch zu Irrungen Anlaß geben. Wendet man diese Methode überhaupt an, so muß durch geeignete Maßnahmen für eine nach Möglichkeit sichere Führung des Bohrgestänges Sorge getragen werden. Um die mit der Bohrung beschäftigten Arbeiter nicht zu gefährden, wird das Bohren nur in den Pausen der Förderung vorgenommen.

Weitaus zweckmäßiger und zuverläßiger ist es, die Achse des unter der Schwebe abgeteuften Schachtes durch Lothen zu bestimmen. Die Abbildung auf Seite 205 erläutert diesen Vorgang.

Mit A ist der Förderschacht, mit B der Hilfsschacht bezeichnet. In der Achse des Förderschachtes wird eine Lampe a und im Hilfsschachte zwei Lothe bb' und cc' derart aufgehangen, daß die drei Punkte a, b, c sich in einer verticalen Ebene

befinden. Die beiden Lothe b b' und c c' reichen beinahe bis auf die Sohle des kleinen Schachtes herab; um das Pendeln derselben und überhaupt Schwankungen zu vermeiden, läßt man die Senkel selbst in Wasser tauchen, wodurch ein ruhiges Hängen des Lothes erzielt wird.

Nun wird die Entfernung a b mit Hilfe einer Schnur genau gemessen und die gleiche Strecke dann in der Richtung b' a' aufgetragen, jedoch genau in jener Ebene, in welcher die beiden Lothe b b' c c' sich befinden. Der auf diese Weise bestimmte Punkt a' befindet sich dann genau in der Verlängerung der Achse des Förderschachtes, und es unterliegt nun keinen weiteren Schwierigkeiten mehr, die Fortsetzung des Schachtes unter der Schwebe genau in der Richtung des Förderschachtes zu bewerkstelligen, so daß beide nach erfolgtem Durchschlage vollkommen zusammentreffen.



Aufsuchen der Schachtachse. (Nach Demanet.) Zu Seite 205.

Soll dieses Verfahren mittelst der Lothe anwendbar sein, so muß unbedingt der Förderschacht von dem Hilfsschachte aus gesehen werden können. Ist dies jedoch nicht der Fall, so kann die Bestimmung jenes Ortes, an welchem die Verlängerung des Schachtes abzuteufen ist, nur in der Weise erfolgen, daß eine markscheiderische Messung mittelst des Compasses oder eines Winkelmeßinstrumentes (Theodolith) vorgenommen wird. Es ist dies ebenfalls eine verhältnißmäßig einfache Operation, welche jedoch gewisse Kenntnisse der Vermessungskunde (Markscheidekunst) zur Voraussetzung hat.

Die Schwierigkeit des Betriebes eines Schachtes wächst natürlich mit der erreichten Tiefe desselben und auch diese selbst ist durch verschiedene Umstände begrenzt. Als wichtigster ist wohl die Zunahme der Temperatur mit steigender Tiefe zu bezeichnen, welche dem Eindringen der Menschen in tiefere Schichten überhaupt bald eine Grenze setzt. Außerdem ist, wenn dies nicht durch Wasserlösungs-

stollen geschehen kann, eine enorme Kraft erforderlich, um aus tiefen Schächten die Wasser zu Tage zu befördern, so daß man überhaupt nur unter ganz besonderen Verhältnissen Schächte von besonderer Tiefe abteufen wird.

Schächte, deren Tiefe 1000 Meter überschreitet, sind daher im Verhältnisse selten.

Aus nachfolgender Zusammenstellung sind die Tiefen verschiedener Schächte zu ersehen.





Querschnitt. Sicherung der Firste. Längenschnitt.
Zu Seite 207.

K. k. Mariaschacht in Přibram	1126	Meter
K. k. Adalbertschacht in Přibram	1117	»
Schächte der Steinkohlengrube Viviers reunis bei St. Gilly (Belgien)	863	»
Einigkeitsschacht zu Lugau in Sachsen	804	»
Samsonschacht in St. Andreasberg	772	»
Herzog Georg Wilhelmsschacht bei Klausthal	770	»
Förderschacht von Rosebridge bei Wigan in England	745	»
Schacht von St. Luc bei St. Chamont in Frankreich	683	»
Schacht der Silbergrube Kongsberg in Norwegen	570	»
Amalienschacht bei Schemnitz	540	»
Camphausenschächte 1 bei Saarbrücken, Graf Moltke in Westfalen 2c.	500	»

Nur in den seltensten Fällen ist das Gebirge, durch welches ein Stollen oder ein Schacht geführt ist, so standhaft, daß dessen Form sich dauernd erhalten wird. Vielmehr wird sich in der Regel bald ein einseitiger, bald ein von verschiedenen Seiten kommender Druck des Gebirges geltend machen, welcher eine Verschiebung, Verdrückung des Stollen- beziehungsweise Schachtprofiles zur Folge hat. Wollte man unter solchen Umständen einen Stollen sich selbst überlassen, so würde derselbe je nach Beschaffenheit des Gebirges in längerer oder kürzerer Zeit sein Profil ändern,

und endlich ganz zusammengedrückt werden. Um dies nun zu verhindern, wird je nach den bestehenden Verhältnissen eine mehr oder minder einfache Verzimmerung angebracht, welche den Druck zu paralysiren hat.

Die einfachste Art der Verzimmerung besteht in der Sicherung der Firste des Stollens, indem diese mit einfachen Stempeln oder Einstrichen versehen werden; dies sind Rundhölzer, welche mit dem einen Ende in ein vertieftes Loch, das sogenannte Bühnloch, gestellt und mit dem anderen Ende durch einen Keil von Holz, dem sogenannten Anpfahl, an den Stoß befestigt werden.


Thürstockzimmerung. (Nach Haupt.) Zu Seite 207.

Sind nicht nur die Firste gegen Druck zu versichern, sondern auch die Seitenwände des Stollens, so wird in der Regel die Thürstockzimmerung angewendet, die Stöße werden dann gewöhnlich mit Brettern verkleidet.

Um eine Verschiebung in der Längsrichtung des Stollens zu vermeiden, werden zwischen den Thürstöcken und den Kappen kurze Hölzer, sogenannte Spannriegel, eingeklemmt, welche mittelst eiserner Klammern mit dem übrigen Holzwerk verbunden werden.


Thürstockzimmerung, Längenschnitt. c Spannriegel. (Nach Haupt.) Zu Seite 207.

Die Art und Weise der Verzimmerung richtet sich jedoch immer nach der Art des herrschenden Druckes, so wird, falls der Druck nur einseitig ist, auch nur ein halber Thürstock eingebaut.

Ist dagegen der Druck des Gebirges groß und von allen Seiten kommend, so daß eine seitliche Verschiebung oder Verdrehung zu befürchten ist, so muß der Stollen vollständig ausgezimmert werden, und zwar muß dann die Verzimmerung umso widerstandsfähiger sein, je größer der auszuhaltende Druck ist.

Die Verzimmerung mit Holz hat manche Uebelstände im Gefolge, deren wesentlichster wohl der ist, daß sie immer nur für eine gewisse Dauer von Jahren

ausreicht, da besonders in nassen Stollen das Holz sehr rasch zu Grunde geht. Ueberdies ist das Holz in vielen Gegenden ein sehr theures Materiale. Vergegenwärtigen wir uns nun, daß zur vollständigen Auszimmerung eines wenn auch nur kurzen Stollens beinahe ein ganzer Wald nöthig ist, und zwar ausschließlich schönes, gesundes Holz, so ist es einleuchtend, daß man bestrebt war, für das Holz einen passenden, dauerhafteren und billigeren Ersatz zu finden. Derselbe ist im Eisen gegeben.

Gewöhnlich wird die Verzimmerung in Eisen mit Hilfe von Eisenbahnschienen hergestellt, welche man in entsprechender Weise biegt. Jedes Stück bildet dann einen Thürstock und eine halbe Kappe, die zusammentreffenden Enden werden durch Laschen innig verbunden. Bei Stollen, welche besonders starken



Halber Thürstock. (Nach Haupt.) Zu Seite 207.



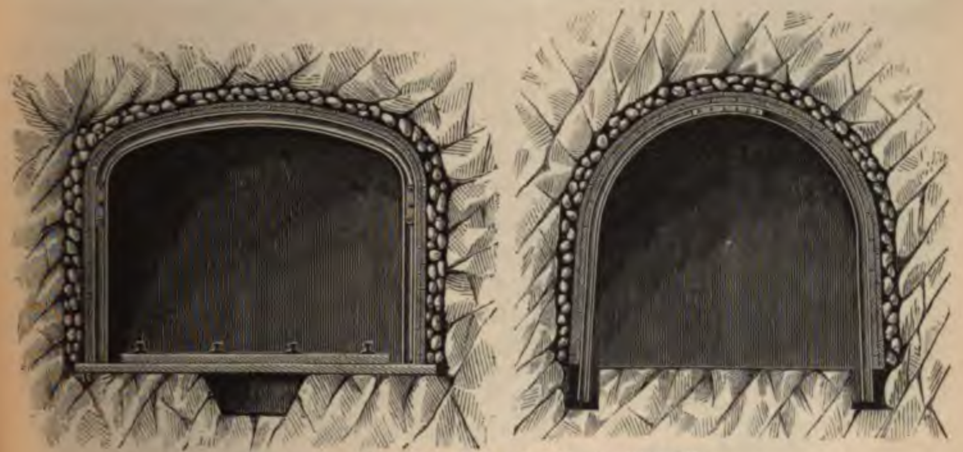
Vollständige Verzimmerung. Zu Seite 207.

Druck im Firste aufweisen, wird wohl auch in der Weise verfahren, daß je drei Schienenstücke in Verwendung kommen, so daß das Firststück ganz bleibt und die Verlaschung an den Seiten erfolgt. An Stelle der Eisenbahnschienen finden auch gußeiserne Träger und ⊤-Stücke Verwendung.

Handelt es sich darum, einen Stollen dauernd zu versichern, so geschieht dies in der Weise, daß er je nach dem herrschenden Drucke ganz oder zum Theile ausgemauert wird. Ist das Gebirge stark einfallend und die Stollenstrecke ziemlich breit, wie dies beispielsweise bei zweigeleisigen Stollen, Füllörtern, mächtigen abgebauten Gängen u. s. f. der Fall ist, so muß gewöhnlich der First versichert werden, während die Stöße eine genügende Widerstandsfähigkeit besitzen und dann keiner weiteren Versicherung bedürfen. Man benützt in einem solchen Falle (siehe Abbildung auf S. 209) kein Gewölbe mit halbkreisförmigem Querschnitt, sondern nur ein Segment eines Kreises, ein sogenanntes gedrücktes Gewölbe oder eine Stichkappe, deren Construction in solcher Weise gewählt werden

muß, daß sich der Druck auf das Innere des Gebirges überträgt. Und zwar ist dies in umso größerem Maße der Fall, je flacher das Gewölbe ist, je mehr es sich dagegen der Form des Halbkreises nähert, desto mehr wird der Druck auf die beiden Stöße übertragen, welche schließlich bei einem vollständig halbkreisförmigen Gewölbe gar keine Sicherheit mehr bieten würden. Die Widerlager des Gewölbes bildet dann das Gestein selbst, welches jedoch zunächst mittelst Schlägel und Eisen abgeglättet und in solcher Richtung bearbeitet werden muß, daß der Fuß des Gewölbes darauf aufzuruhen vermag.

Ist dagegen die Situation eine solche, daß sich der Druck des Gebirges nicht nur von oben, sondern auch von beiden Seiten äußert, so muß ein sogenanntes Tonnengewölbe ausgeführt werden, welches auf zwei senkrecht



Verzimmerung in Eisen. (Nach Haupt.) Zu Seite 209.

stehenden Mauern, den Widerlagern, aufruht. Damit diese dem Seitendrucke besser zu widerstehen vermögen, werden sie häufig etwas nach Innen gestellt, oder sie erhalten eine schwach gebogene Innenfläche, wodurch der Seitendruck mehr auf die Sohle des Stollens übertragen wird.

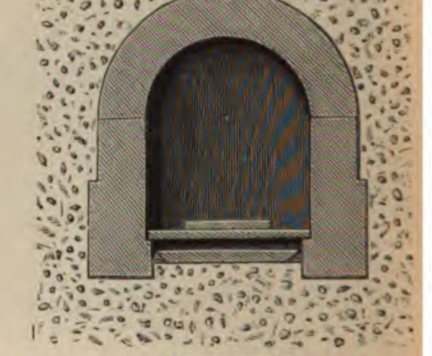
Ist aber Druck von allen Seiten vorhanden, so wird der Stollen ringsum ausgemauert, und zwar geschieht dies in der Regel in Form einer elliptischen Ausmauerung, welche dem Zerdrücken den größten Widerstand entgegenzusetzen vermag.

In gleicher Weise wie bei den Stollen ist auch bei den Schächten eine Verzimmerung nöthig, ja dieselbe wird sich selbst dann erforderlich erweisen, wenn der Schacht durch sehr festes Gestein abgeteuft wurde. Denn es ist unvermeidlich, daß sich nicht doch im Laufe der Zeit kleinere oder größere Stücke der Schachtwandung loslösen und abstürzen, was dann eine permanente Gefahr für die im Schachte Beschäftigten bilden würde.

Wir erwähnten schon, daß in dem Maße, als ein Schacht tiefer wird, auch die Verzimmerung nachrücken muß, um die im Schachte Arbeitenden vor dem Herabfallen von Theilen der Schachtwandung zu bewahren. Die Verzimmerung in Holz hat jedoch auch bei Schächten die gleichen Nachtheile wie in Stollen, ja dieselben sind sogar bis zu einem gewissen Grade größer, besonders dann, wenn mit der Zeit Reparaturen an derselben erforderlich werden. Durch die Vornahme derselben wird häufig der Betrieb des Schachtes vollständig unterbunden, oder aber sie müssen zur Nachtzeit, an Sonntagen, überhaupt zu Zeiten, in welchen nicht gefördert wird, vorgenommen werden. Aus diesen Gründen werden daher in der Regel die Schächte ausgemauert und die Verzimmerung, welche während des Abteufens angebracht wird, erhält dann nur einen provisorischen Charakter. Soll jedoch der Ausbau in Holz bleiben, so wird die Zimmerung sogleich definitiv hergestellt.



Gedrücktes Gewölbe.



Tonnengewölbe.

Zu Seite 209.

Die Zimmerung besteht aus Rahmen, deren Form jener des Schachtquerschnittes entspricht und welche mittelst Keilen fest gegen das Gebirge fixirt werden. Ueberdies werden diese Rahmen noch untereinander durch hölzerne Stützen (Bolzen) oder durch eiserne Anker verbunden. Die Stärke dieser Rahmen, sowie ihr Abstand richtet sich ganz nach der Natur des durchfahrenen Gebirges.

Jeder Rahmen besteht aus grob zugehauenen Eichenholzstücken, welche innig miteinander verbunden sind. Durch die Verkeilung wird jedes Stück an seinem Platze erhalten. Diese Verkeilung ist jedoch nicht ausreichend, um jede Verschiebung zu vermeiden, es müssen auch, wie schon erwähnt, die einzelnen Rahmen untereinander verbunden werden. Dies geschieht in der Weise, daß auf die Schachtmündung ein rechteckiger, übergreifender und fest auf dem Erdreiche oder dem Gesteine lagernder Rahmen aufgelegt wird. An diesem wird dann mittelst der Ankerbolzen der erste Rahmen, nachdem er gut und sorgfältig verkeilt wurde, gehängt, an diesen der zweite u. s. f., so daß schließlich gewissermaßen alle Rahmen

von dem Tragkranz getragen werden. Bei größerer Tiefe der Schächte werden in regelmäßigen Abständen, beispielsweise alle 40 oder 50 Meter, noch weitere solcher Tragkränze eingefügt.

Die Abbildung auf Seite 213 stellt eine dauernde Verzimmerung eines zweitrümmigen Schachtes vor. Die Rahmen (Geviere) werden in regelmäßigen Abständen von rund 1 Meter eingebaut, zwischen diese und das Gestein werden fugendicht angeordnete Eichenbohlen m m eingesetzt. Die Befestigung sowohl der Bohlen als auch der Geviere erfolgt durch Eintreiben von Holzkeilen zwischen beide. Außerdem werden die Rahmen noch untereinander verbunden, und zwar durch Tragpfosten (Bolzen) M M, welche in den Ecken und in der Mitte der langen Jöcher angebracht werden, ferner durch Ankerbolzen t t und endlich durch Pfetten aus Eichenholz f, welche an die Rahmen genagelt werden.



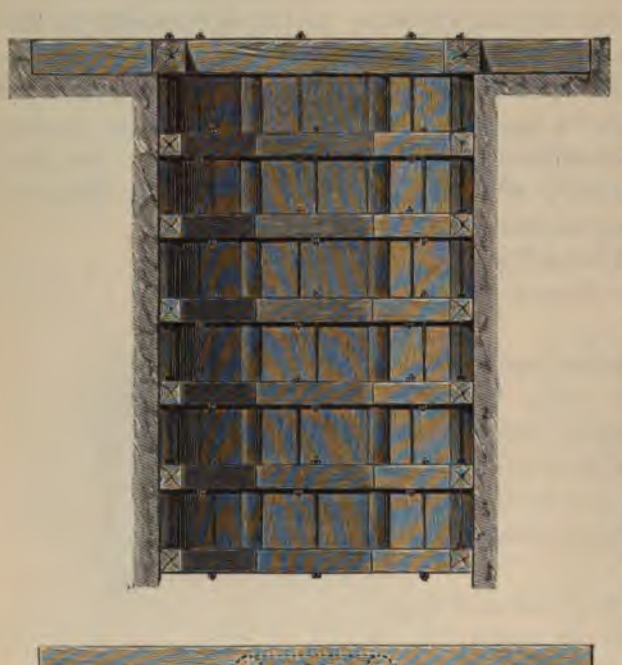
Ausmauerung mit elliptischem Querschnitte.
Zu Seite 209.

Der Ausbau eines Schachtes durch Mauerung, welcher viele und große Vortheile gegenüber der Holzverzimmerung besitzt, kann nach zweierlei Methoden vorgenommen werden, und zwar wird entweder die Ausmauerung absatzweise oder in einer einzigen Tour durchgeführt.

Bei der absatzweisen Ausmauerung wird zunächst der Schacht auf eine gewisse Tiefe, etwa 40 bis 50 Meter, abgeteuft, jedenfalls aber so weit, daß er in Gebirgsschichten von genügender Tragkraft endet. Dann wird das Abteufen eingestellt und zunächst unten in der aus der Abbildung auf Seite 214 ersichtlichen Weise eine solide Auflagerung für das Mauerwerk im Gesteine hergestellt. Auf dieser wird dann das weitere Mauerwerk aufgeführt, wobei man nach Maßgabe des Höherrückens die provisorische Zimmerung entfernt. Ist endlich der Absatz vollständig ausgemauert, so wird das Abteufen wieder begonnen, wobei man jedoch zunächst die Vorsicht gebraucht, das Abteufen nicht sogleich mit dem ursprünglichen Durchmesser des Schachtes fortzusetzen, sondern denselben zunächst enger zu halten, so daß eine Gesteinsbrust C C stehen bleibt, welche noch die Mauerung vorläufig trägt. Wird dann die Mauerung fortgesetzt, so wird diese Gesteinsbrust nach und nach entfernt und die erste Ausmauerung stützt sich dann auf die folgende, tiefergelegene.

Die Schachtausmauerung in einer Tour besteht darin, daß zunächst der Schacht vollständig abgeteuft und mit einer provisorischen Zimmerung versehen wird, dann wird von unten angefangen aufzumauern und hierbei nach Maßgabe des Fortschreitens die provisorische Zimmerung entfernt.

Jedes dieser Verfahren besitzt seine unleugbaren Vortheile, aber auch seine Nachtheile, so daß es unmöglich ist, eine feststehende Regel, wann das eine, wann das andere am Platze ist, zu geben.





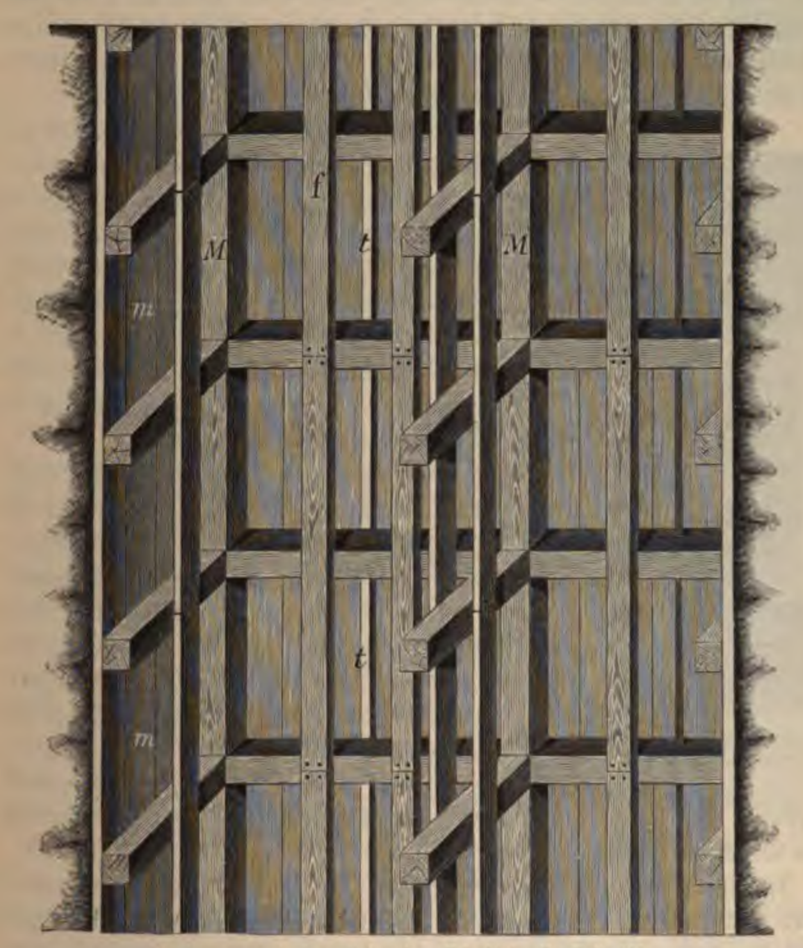
Tragkreuz und Verbindung der Rahmen. Zu Seite 210.

Während der Aufmauerung stehen die Arbeiter auf hölzernen Bühnen, welche aus Brettern gebildet sind, die auf in Löchern des Mauerwerkes eingesenkten Balken aufgelagert sind. Nach Maßgabe des Höherwerdens der Mauerung müssen diese Bühnen dann ebenfalls abgebrochen, die Löcher verschlossen und die Gerüste höher angebracht werden, was immerhin eine zeitraubende Arbeit ist. Viel zweckmäßiger erscheint es daher, die Maurer auf schwebenden Bühnen zu postiren und sie sammt dieser mittelst Winde dem Fortschreiten der Arbeit entsprechend emporzuziehen. Die Bühne selbst, welche nur wenig kleiner ist als der Querschnitt des Schachtes, dient dann gleichzeitig auch als Lehre. Demanet beschreibt folgende empfehlenswerthe und jeden Unfall vorbeugende Construction:

CC (siehe die Abbildung auf Seite 215) ist ein mit einem Boden versehener Cylinder aus Eisenblech, dessen Durchmesser etwas geringer ist, als jener der freien Schachtscheibe. Dieser Kessel hängt an Seilen oder Ketten ii und kann durch Stellschrauben oder Winden vom Tage aus gehoben werden.

Am Rande des Kessels vorspringende Klauen pp, welche gegen die Mauerung verkeilt werden können, sichern die Bühne vor dem Herabfallen, falls die

Ketten oder Seile reißen sollten. Die Maurer stehen auf dem Boden P P. Jedesmal, wenn man bis unter einem der provisorischen Rahmen angelangt ist, begeben sich die Maurer, während die Zimmerleute das Holzwerk entfernen, durch die Oeffnung O auf eine untere, durch Ketten mit der oberen verbundene Bühne



Verzimmerung eines zweitrümmigen Schachtes. Zu Seite 211.

P′P′ und nehmen das Ausfugen vor. Wenn die Arbeit in dieser Weise gut organisirt ist, so kann die Mauerung bis zu 2·50 Meter täglich aufrücken.

Der Zweck eines Schachtausbaues ist aber durchaus nicht immer blos der, das Zubruchegehen der Schachtstöße zu verhindern, sondern häufig muß er auch eine solche Beschaffenheit besitzen, daß er die in größerer Menge zufließenden Wasser zurückzuhalten vermag. Zu diesem Zwecke müssen dann vollkommen dichte Schachtauskleidungen hergestellt werden, da das Wasser oft einen bedeutenden

Druck ausübt, sie führen den Namen Cüvelagen und erfordern ganz besondere Constructionen.

Der wesentlichste Theil einer Cüvelage ist ihr Fuß, d. i. jener Theil, mit welchem sie aufruht. Derselbe muß eine solche Beschaffenheit besitzen, daß das Wasser nicht unter demselben durchdringen kann, denn sonst wäre der Zweck der Cüvelage illusorisch. Aus eben demselben Grunde muß er auch so tief unterhalb des wasserführenden Gebirges angelegt sein, daß das Durchdringen der Wasser durch Spalten oder Klüfte ausgeschlossen wird.



Absatzweise Ausmauerung eines Schachtes. Zu Seite 211.

Im Allgemeinen erfolgt der Einbau einer Cüvelage in folgender Weise: Zunächst wird der Schacht in gewöhnlicher Art bis auf die wasserführende Schichte niedergebracht. Dann werden Pumpen von solcher Leistungsfähigkeit aufgestellt, daß sie genügen, die beim Durchteufen der wasserführenden Schichten zusitzenden Wasser zu bewältigen. Nun wird die wasserführende Partie so rasch als möglich durchsunken, und zwar aus dem Grunde, da die Wasserzuflüsse mit der Zeit, sobald sich Canäle gebildet haben, immer stärker werden.

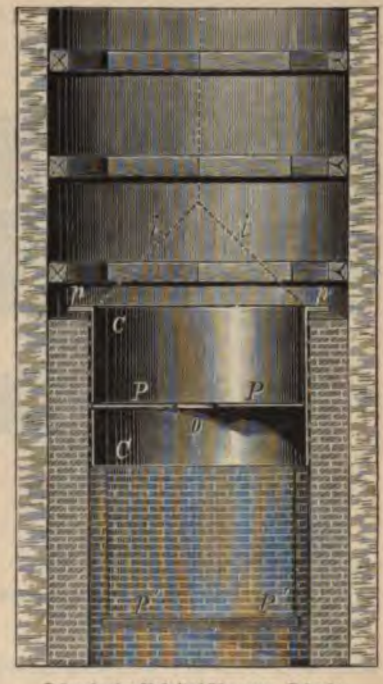
Hat man endlich eine Schicht erreicht, welche zur Anbringung des Fußes der Cüvelage geeignet erscheint, so wird das Abteufen eingestellt, eine Vertiefung an der Schachtsohle (Sumpf) zur Aufnahme der Saugrohre der Pumpen ausgehoben und nun die Cüvelage eingebaut. Im gleichen Maße läßt man die Wasser im Schachte allmälig höher steigen, und um die frisch aufgemauerte, noch wenig widerstandsfähige Cüvelage nicht gleich einem Drucke auszusetzen, läßt man entweder die Fugen unverdichtet oder man spart eigene Oeffnungen aus, so daß das Wasser im Schachte und hinter der Cüvelage frei communiciren kann und keinen Druck auf das Mauerwerk ausübt.

Ist schließlich die Cüvelage fertiggestellt, so beginnt man das Wasser auszupumpen, während man gleichzeitig die Fugen der Mauerung verdichtet, beziehungsweise die ausgesparten Oeffnungen verschließt. So gelangt man bis auf den Fuß der Cüvelage und nun kann, soferne der Abschluß gut durchgeführt wurde, nahezu ohne Belästigung durch zusitzendes Wasser, also auch fast ohne Wasserhaltung mit dem Abteufen fortgefahren werden.

Die ersten Cüvelagen, welche zur Ausführung gelangten, wurden aus Holz verfertigt, jedoch ist dies, wie leicht begreiflich, das ungünstigste und am wenigsten widerstandsfähige Materiale zu diesem Zwecke. Denn das Holz verfault mit der Zeit und weicht dem auf ihm lastenden Drucke, und die aus dem Bruche eines Cüvelagestückes entspringenden Gefahren sind so groß, daß man schließlich von der

Verwendung des Holzes in solchen Fällen nahezu vollkommen abgekommen ist und entweder Gußeisen oder Mauerung verwendet.

Die hölzernen Cüvelagen werden in der Weise ausgeführt, daß auf die geebnete Sohle des Schachtes ein starker, hölzerner Rahmen, der Keilkranz, aufgelegt wird. Dieser wird rings mit Keilen umgeben, welche sich an eine starke Bohle lehnen. Der Raum zwischen dieser Bohle und dem Gesteine wird äußerst dicht mit trockenem Moos ausgestampft. Nun werden die Keile so fest als möglich angezogen und neue eingetrieben, so daß schließlich die Moosschicht ganz zusammengepreßt wird und einen wasserdichten Abschluß bildet. Auf diesen Keilkranz werden dann die weiteren Rahmen aufgelegt; um den ganzen Ausbau wasserdicht zu machen, werden noch die Fugen mit getheertem Werg ausgefüllt und dieses durch darüber genagelte Blechstreifen zurückgehalten. Hinter die Cüvelage füllt man überdies noch Cement, welcher unter Wasser hart wird.



Schwebende Arbeitsbühne zur Schachtausmauerung. (Nach Demanet.)
Zu Seite 212.

Die eisernen Cüvelagen besitzen fast immer einen kreisförmigen Querschnitt, sie werden entweder aus geflanschten, aufeinander gesetzten Ringen, oder aus einzelnen Segmenten zusammengesetzt. Der Fuß- oder Keilkranz besteht aus gußeisernen Segmenten von ungefähr 30 Centimeter Höhe, in welchen durch Rippen getrennte Fächer ausgespart sind, um bei gleichbleibender Widerstandsfähigkeit das Gewicht der einzelnen Stücke zu vermindern. Nach Demanet erfolgt der Einbau des Fußes bei eisernen Cüvelagen in folgender Weise:

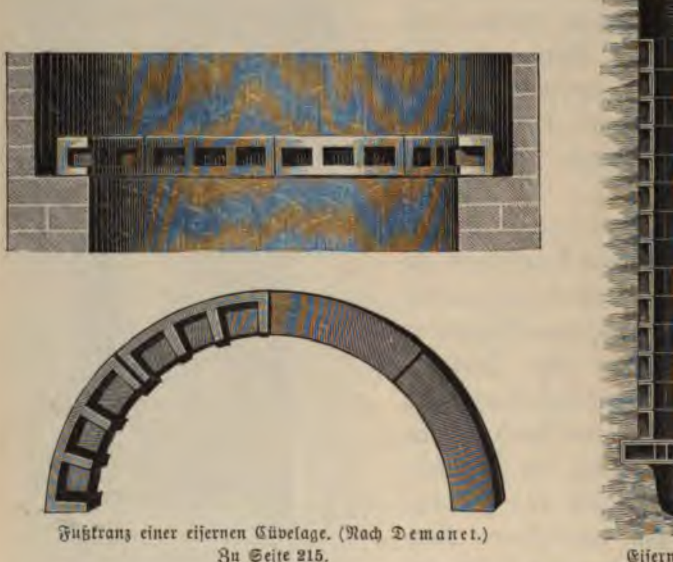
Zunächst wird das Gesteinslager sorgfältig horizontal zugehauen und eine Lage von Tannenholzbrettern darauf gelegt. Auf diese kommt, Segment an Segment, der Keilkranz zu liegen, wobei die Fugen mit Tannenholzbrettchen ausgefüllt werden. Zwischen den Kranz und das Gestein bringt man ebenfalls Tannenholzbrettchen, welche in derselben Weise wie bei der Holzcüvelage mit Keilen angezogen werden, nur mit dem Unterschiede, daß hier kein Moos angewendet wird. Darauf werden noch alle in den Fugen befindlichen Brettchen durch Keile versichert. Ist der von der Cüvelage auszuhaltende Druck sehr bedeutend, so wird auf den ersten noch ein zweiter, eventuell ein dritter Keilkranz von gleicher Beschaffenheit aufgelegt.

Die eigentliche Cüvelage setzt sich ebenfalls aus dicht verfugten Gußeisensegmenten zusammen, die einzelnen Segmente sind rings mit Flanschen versehen,

in der Mitte besitzen sie ein Loch, welches das Einhängen erleichtert und während des Aufbaues das Wasser durchlaufen läßt. Nach Fertigstellung der Cüvelage und nach Abdichtung der Fugen werden diese Löcher mittelst Holzpfropfen verschlossen. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Stücke werden diese mit parallel oder diagonal laufenden Rippen versehen.

Der Aufbau der Cüvelage geschieht nun in folgender Weise:

Wenn der Fußkranz in der oben beschriebenen Weise verlagert und verkeilt ist, bringt man, Segment nach Segment, die einzelnen Cüvelageringe ein, wobei in alle Fugen die erwähnten Tannenholzbrettchen eingelegt werden. Die einzelnen



Fußkranz einer eisernen Cüvelage. (Nach Demanet.) Zu Seite 215.



Eiserne Cüvelage. Zu Seite 215.

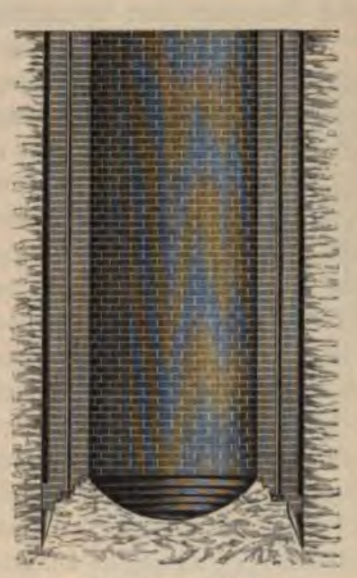
Segmente können nun entweder derart angeordnet werden, daß die horizontalen oder daß die verticalen Fugen miteinander correspondiren. Die erstere Methode verdient den Vorzug, da dann einzelne Stücke ohne Schwierigkeit ausgewechselt und durch neue ersetzt werden können, während die zweite Methode ein Abfangen aller über dem auszuwechselnden Stücke befindlichen Segmente erfordern würde.

Gemauerte Cüvelagen besitzen wohl eine nahezu unbegrenzte Haltbarkeit, doch ist viel mehr Sorgfalt zu ihrer Herstellung erforderlich und dürfen nur wirklich gute Materialien verwendet werden. Die Mauerung wird unter Verwendung von hydraulischem Kalk (Cement), welcher die Eigenschaft besitzt, auch unter Wasser zu erhärten, sowie von Backsteinen (Ziegeln) ausgeführt. Um Fugen von gleichmäßiger Breite zu erhalten, benützt man häufig Ziegel von trapezförmigem Querschnitte.

Der Mauerfuß besteht in der Regel aus einer dickeren Mauermasse, welche auf einem gut bearbeiteten Gesteinslager von festem, undurchlässigem Gebirge aufgeführt wird, der Schacht wird an der betreffenden Stelle erweitert. Um starken Druck auf die nasse Mauer zu vermeiden, werden besonders an jenen Stellen, an welchen starke Quellen hervorbrechen, gußeiserne Wasserabzugsrohre eingefügt, welche bis nach Fertigstellung der Cüvelage offen bleiben. Ist endlich die Mauerung genügend erhärtet, so werden die Wasser ausgepumpt und diese Rohre der Reihe nach von oben nach unten geschlossen.



Gemauerte Cüvelage. Zu Seite 216.



Senkausbau. Zu Seite 218.

Die bisher besprochenen Methoden der Schachtabteufung sind aber nur dann anwendbar, wenn das zu durchfahrende Gebirge verhältnißmäßig arm an Wasser ist, beziehungsweise wenn nicht mehr Wasser zusetzen, als durch Wasserhaltungs-Vorrichtungen, Pumpwerke, bewältigt werden können. Dagegen müssen andere Verfahren angewendet werden, wenn es sich darum handelt, lockeres und loses und zugleich sehr wasserreiches Gebirge oder gar sogenanntes schwimmendes Gebirge zu durchfahren. Unter letzterem hat man Sand oder Schotter oder ein Gemenge beider zu verstehen, welche vollständig von Wasser durchsetzt sind, so daß diese Massen, soferne der sie haltende Widerstand einseitig weggenommen wird, sich selbst in Bewegung setzen. Es ist einleuchtend, daß man bei solcher Beschaffenheit des Gebirges mit den bisher besprochenen Verfahren das Auslangen nicht findet und zu anderen, äußerst scharfsinnigen Methoden greifen muß, um Herr der Situation zu werden.

Handelt es sich darum, nur lockeres Gebirge zu durchsetzen oder solches, welches relativ wenig Wasser führt, also nicht mehr, als mit Hilfe der Pumpen bewältigt werden kann, so wird der Senkausbau angewendet. Dieses Verfahren besteht im Prinzipe darin, daß man den definitiven Schachtausbau in dem Maße niedersinken läßt, als man auf der Sohle das lockere Gebirge wegschafft. Und in dem Maße, als der Schachtausbau in die Tiefe sinkt, wird derselbe oben verlängert. Um das Eindringen zu erleichtern, setzt man das Mauerwerk auf einen schneidenden Kranz oder auf eine scharfe Abschrägung; unter Umständen wird auch durch einen gleichmäßigen, von oben auf das Mauerwerk ausgeübten Druck, wie durch Schrauben oder hydraulische Pressen, das Niedersinken befördert.

An Stelle des gemauerten Ausbaues kann in diesem Falle auch ein aus gußeisernen Rohrstücken zusammengesetzter wasserdichter Eisenausbau angewendet werden, dessen unterstes Glied ebenfalls in eine Schneide endigt, welche das Einsinken befördert beziehungsweise erleichtert.

Wir erwähnten schon, das diese Verfahren auch dann anwendbar sind, wenn das Gebirge Wasser führt, wenn nur die Zuflüsse in solchen Grenzen bleiben, daß sie durch entsprechend starke Pumpen bewältigt werden können. Häufig ist aber das Gebirge derart mit Wasser durchtränkt, daß es selbst mit Hilfe der stärksten Pumpen unmöglich wäre, dasselbe zu bewältigen, ganz abgesehen von den hieraus erwachsenden bedeutenden Kosten und der Verlangsamung der Arbeit selbst. Aber außer diesen beiden gewiß höchst wichtigen Gründen sprechen noch andere gegen die Bewältigung der Wasser in einem solchen Falle. Würde man nämlich so große Wassermengen durch den Schacht entfernen, so würde der Abfluß des Wassers aus den den Schacht umgebenden wasserführenden Schichten nach diesem nur vermehrt werden, wodurch das hinter der Cüvelage befindliche Gebirge gewissermaßen ausgespült würde. Dadurch entstehen aber leicht Einstürze, welche den Schachtausbau gefährden. Ueberdies erstreckt sich die Entwässerung in einem solchen Falle nicht nur auf den nächsten Umkreis des Schachtes, sondern es wird das Wasser auch weiteren Strecken entzogen, auf welchem sich dann bedenkliche Senkungen einstellen, Brunnen versiegen, und überhaupt manigfache Veränderungen vor sich gehen, durch welche fremder Besitz gefährdet werden kann.

Aus diesen Gründen war man bestrebt, Methoden zu ersinnen, welche das Abteufen von Schächten ohne Wasserhaltung, das heißt ohne künstliche Entfernung des zutretenden Wassers, gestatten; es gelingt dies durch Anwendung verschiedener Verfahren, unter welchen das Abteufen mit comprimirter Luft, das Abbohren im todten Wasser und das Gefrierverfahren die wichtigsten sind.

Das Princip des Abteufens mittelst comprimirter Luft besteht nach Demanet darin, das zwischen dem Innern und dem Aeußern des Schachtes Gleichgewicht hergestellt wird, indem man dem Drucke der durch den Schachtraum begrenzten Wassersäule den Druck comprimirter Luft entgegenstellt. Der letztere muß hierbei immer dem Drucke der Wassersäule über der jeweiligen

Schachtsohle entsprechen, und es müssen daher die Schachtwände nach Maßgabe des Tieferrückens luftdicht gemacht werden, um das Entweichen der comprimirten Luft oberhalb der Schachtsohle, wo der äußere Wasserdruck geringer ist, zu verhindern.

Wenn auf diese Weise ein Schacht durch schwimmendes Gebirge abzuteufen ist, so wird derselbe an der Mündung durch eine schleusenartige, aus Eisenblech oder Gußeisen hergestellte Kammer, die sogenannte Luftschleuse, luftdicht abgeschlossen.

Diese Kammer muß, soll dieselbe dem Luftdrucke genügenden Widerstand leisten, sehr stark construirt werden. Vor Allem aber muß sie festgelegt oder durch hinreichende Gewichte niedergehalten werden, damit dem Auftriebe der Luft das Gleichgewicht gehalten wird. Dieser Auftrieb ist sehr bedeutend, er entspricht dem Gewichte des aus dem Schacht verdrängten Wasservolumens.



Luftschleuse. (Nach Demanet.) Zu Seite 218.

Der obere und der untere Boden der Schleuse sind jeder mit einer nahezu ausbalancirten, sich nach unten öffnenden Klappe und mit einem ins Innere der Kammer reichenden Hahne versehen. Ein Rohr, welches durch die ganze Schleuse hindurchgeht und unterhalb des unteren Bodens ausmündet, dient zur Zuleitung der mittelst einer Maschine über Tage comprimirten Luft.

Ein zweites Rohr, welches bis zur Schachtsohle reicht und mit dem Tieferrücken verlängert wird, gewährt jenen Wassern, welche etwa nicht schnell genug von der Luft in das umgebende Gebirge zurückgedrängt werden, einen leichten Ausweg. Durch Ansetzen eines kleinen Hahnes an dieses Rohr, durch welchen ein wenig von der comprimirten Luft im Schachte eintreten kann, erreicht man, daß sich das Rohr mit einem Gemisch von Wasser und Luft anfüllt, welches, da es leichter als Wasser allein ist, in dem Rohre über den äußeren Wasserspiegel hinaussteigt. Man kann auf diese Weise das Wasser bis zu Tage drücken.

Der Betrieb selbst geschieht in folgender Weise:

Wenn die Luft in dem Schachte comprimirt werden soll, so werden die Thüre und der Hahn des unteren Schleusenbodens geschlossen und das Innere der Schleuse steht in freier Communication mit der Atmosphäre. Die Arbeiter steigen durch die obere Thüre ein, schließen dieselbe sowie den zugehörigen Hahn und öffnen den Hahn der unteren Bühne. Wenn sich hiedurch der Luftdruck in der Schleuse mit jenem im Schachte ins Gleichgewicht gesetzt hat, können sie sich durch die untere Thüre, welche nur soweit ausbalancirt ist, daß sie noch einen geringen Ueberschuß an Eigengewicht hat, in den unteren Theil des Schachtes

begeben. Die bei der Arbeit fallenden Berge werden mittelst eines auf der unteren Bühne aufgestellten Haspels bis auf diese emporgehoben und hier einstweilen zur Seite gesetzt. Von Zeit zu Zeit werden sie aus der Schleuse zu Tage gefördert, nachdem man umgekehrt wie vorher den Luftdruck in der Schleuse mit dem der Atmosphäre ins Gleichgewicht gebracht und die obere Thüre geöffnet hat.

Der Druck, unter welchem beim Abteufen mittelst comprimirter Luft gearbeitet wird, richtet sich ganz nach der Höhe jener Wassersäule, die im Gleichgewichte erhalten werden muß. Einer Wassersäule von 25 Meter Höhe entspricht jedoch schon ein Druck von $2^1/_2$ Atmosphären, und dies ist schon als das Maximum zu betrachten, bis zu welchem man gehen kann, ohne das Leben und die Gesundheit der Arbeiter noch mehr in Gefahr zu bringen, als es ohnedies schon der Fall ist. Denn der Aufenthalt in der comprimirten Luft, besonders aber der Uebergang von dem hohen Luftdrucke in die gewöhnliche Atmosphäre bringt eine Reihe von Krankheitssymptomen hervor, welche oft zu einem letalen Ausgang führen und mit dem allgemeinen Namen »Caissonkrankheit« bezeichnet werden.

Wird das Ausschleusen der Arbeiter nämlich zu rasch vorgenommen, das heißt kommen dieselben rasch aus dem hohen Luftdrucke unter gewöhnlichen, so stellen sich Schmerzen im Kopfe und in den Ohren, sowie in den Gliedern ein und besonders schwächere oder das Arbeiten in comprimirter Luft noch nicht gewöhnte Individuen werden häufig von schweren Ohnmachten befallen, die mitunter mit dem plötzlichen Tode enden.

Diese Erscheinung ist damit zu erklären, daß unter dem höheren Luftdrucke das Blut eine größere Menge von Sauerstoff und Stickstoff löst; wird dann der Druck plötzlich aufgehoben, so treten innerhalb der Blutbahnen geringe Mengen gelöster Luft aus, diese Luftbläschen unterbrechen stellenweise, besonders in den feinsten Verzweigungen der Blutgefäße, den Blutstrom und sind dann die Ursache der geschilderten Erscheinungen.

Das einzige Mittel gegen dieselben besteht im langsamen Ausschleusen der Arbeiter, indem man nur nach und nach den Luftdruck sinken läßt, so daß der Uebergang zu gewöhnlichem Luftdrucke nur allmählich erfolgt und ungefähr 20 bis 30 Minuten in Anspruch nimmt. Aber selbst dann stellen sich manchmal noch Schmerzen in den Armen und Beinen, sowie allgemeines Unbehagen ein, und Caissonarbeiter sind in der Regel schon an ihrem schlechten Aussehen, der bleichen Gesichtsfarbe, sowie der großen Magerkeit kenntlich. Dies rührt aber nicht ausschließlich von dem Aufenthalte unter hohem Luftdrucke, beziehungsweise dem Wechsel zwischen hohem und niederem Drucke her, sondern hat auch seine Ursache in den höchst ungünstigen hygienischen Verhältnissen, unter welchen sich die Arbeiter überhaupt in der Schleuse befinden. Die Temperatur erreicht in denselben sehr bald 30—40° C., und überdies ist der Luftwechsel sehr gering, so daß sich die Arbeiter eigentlich immer in einer ungesunden und verdorbenen Luft zu bewegen haben.

Ueberhaupt muß es bei solchen Arbeiten als Regel angesehen werden, daß der Druck, unter welchem die Arbeiter sich befinden, im Maximum $2^1/_2$ Atmosphären nicht überschreitet, was einer Wassersäule von 25 Meter Höhe entspricht. Allerdings ist es jedoch auch in einzelnen Fällen, wie Demanet berichtet, gelungen, bedeutend tiefer als 25 Meter niederzudrücken, ohne daß der Luftdruck $2^1/_2$ Atmosphären merklich überstieg. Es zeigt sich nämlich, daß das Wasser beim Durchfließen einer Sandschicht von bestimmter Beschaffenheit einen bedeutenden Widerstand zu überwinden hat. Daraus folgt, daß man einer gegebenen Wassersäule in solchem Sande mit einem Luftdrucke das Gleichgewicht halten kann, welcher der Höhe dieser Wassersäule bei weitem nicht entspricht, da eben ein Theil des Wasserdruckes durch die Reibung zwischen Sand und Wasser ausgeglichen wird.

Solche Verhältnisse fanden sich auf der Grube Rheinpreußen bei Homberg. Man konnte dort mit $2^3/_4$ Atmosphären eine Wassersäule von über 75 Meter durchteufen. Allerdings muß hier gleich hinzugefügt werden, daß eine während der Arbeit eingetretene Katastrophe die ganze Gefährlichkeit dieses Verfahrens vor Augen geführt hat.

Diese Katastrophe, welche den Tod von drei Arbeitern und die Zerstörung der Luftschleuse zur Folge hatte, bestand darin, daß die Luftschleuse nach Art eines Dampfkessels explodirte, und zwar, wie eine genaue Untersuchung ergab, wahrscheinlich aus folgender Veranlassung:

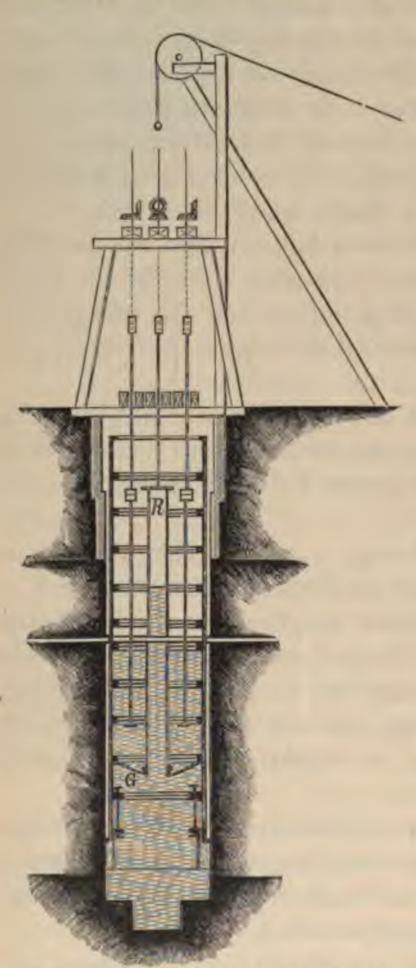
Es hatte sich in Folge einer Gebirgsbewegung plötzlich und unvermuthet eine directe Verbindung durch die ganze Höhe der Wassersäule hergestellt und es entstand hierdurch auf die Luftschleuse ein Druck von ungefähr 8 Atmosphären, während gleichzeitig Schwimmsand einbrach. Durch diesen plötzlichen Druck wurde die Schleuse gesprengt und so die Verunglückung der drei Arbeiter herbeigeführt. Alles ließ darauf schließen, daß jene Verbindung mit dem Wasserspiegel sich sofort wieder verstopft hatte, denn die Wasser waren im Schachte nur ganz unbedeutend gestiegen.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, kann das Abteufen mittelst comprimirter Luft nur bei relativ geringer Tiefe zur Anwendung gelangen. Für größere Teufen, und dies wird gewöhnlich der Fall sein, ist das Verfahren nicht mehr verwendbar, und es muß dann zu anderen Methoden gegriffen werden.

Läßt sich das Wasser nicht mehr durch comprimirte Luft verdrängen und kann dasselbe wegen zu großer Tiefe auch nicht mehr mittelst Pumpen bewältigt werden, so muß der Schacht durch Bohrung hergestellt und nachträglich die Cüvelage eingeführt werden.

Unter Grundwasser werden die Fahrschächte im festen Gebirge dann wasserdicht hergestellt durch Abbohren ganzer Schächte mit Vorrichtungen, welche jenen beim Erdbohren verwendeten ganz gleich sind, nur sind die einzelnen Theile der Bohrvorrichtungen entsprechend stärker gehalten. Bei den Bohrschächten geht man bis auf das feste Gebirge nieder und legt dann ein wasserdichtes Fundament, auf

welchem die eiserne Cüvelage der Bohrschächte aufruht. Das Bohren geschieht nach Hoefer mit schweren Schachtbohrern, mit Holzgestänge, mit Rutsch- und Freifallscheren. Nach der Methode von Kind-Chaudron wird bei einem Schachtdurchmesser von 4·3 Metern ein Bohrloch von 1·4—2 Meter Durchmesser auf 10 Meter Tiefe hergestellt, um den Bohrschmand, der beim Abbohren des eigentlichen Bohrschachtes gebildet wird, aufzunehmen. Der Bohrer wiegt 6000 bis 8000 Kgr. Ist diese Tiefe erreicht, so erfolgt das Nachbohren mittelst des großen oder Erweiterungsbohrers. Dieser wiegt 15.000 bis 20.000 Kgr. und ist ebenso wie der kleine Bohrer aus Schmiedeeisen hergestellt. Die Bohrer bestehen aus gußstählernen Meißelträgern, in welchen die Meißel befestigt sind. Gebohrt wird mit einem Bohrschwengel, der sammt der Nebeneinrichtungen obertags aufgestellt ist. Das Gewicht des Bohrgestänges ist bis auf ein geringes Uebergewicht ausgeglichen.



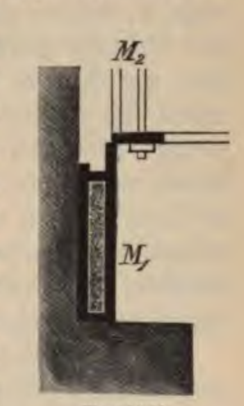
Herstellung eines Bohrschachtes. (Nach Hoefer.)
Zu Seite 222.

Zur Förderung des Gestänges müssen starke Fördermaschinen vorhanden sein. Der Schlammlöffel erhält 3·9 Meter Länge, 8 Mm. Wandstärke und einen etwas geringeren Durchmesser, als jener des Bohrloches beträgt. Das Gestänge ist aus Holz verfertigt und mit einem gabelförmigen Beschlage versehen, sein Querschnitt beträgt 200 Qmm. Die einzelnen Stangen sind 14—18 Meter lang; die Anzahl der per Minute ausgeführten Hübe beträgt beim kleinen Bohrer 20—25, beim großen 18—20; die Hubhöhe beträgt 0·5—1 Meter. Die für eine zwölfstündige Schicht erforderliche Belegschaft beträgt zehn Mann.

Ist man mit dem Bohren auf das feste Gebirge gekommen, so wird die Schachtsohle vollkommen eben hergestellt, und innerhalb dieser festen Schicht wird der wasserdichte Abschluß, die gußeiserne Cüvelage, durchgeführt, und zwar in der Weise, daß man die Cüvelage vom Tage aus auf sechs Ankerstangen anhängt und nach und nach ins Wasser niedersenkt, wie dies aus der Abbildung ersichtlich ist. Diese gußeiserne Cüvelage besteht aus geschlossenen gußeisernen

Ringen von 4 Meter äußerem Durchmesser und 1·5 Meter Höhe. Die Wandstärke bleibt nicht unter 32 Mm. und steigt bei 100 Meter Teufe in vier Absätzen um je 4 Mm. Eine Cüvelagesäule von 100 Meter Höhe besitzt dann das ansehnliche Gewicht von 590.000 Kgr. oder rund 600 Tonnen.

Zur Abdichtung des untersten Theiles der Cüvelage wird Waldmoos verwendet und dort die sogenannte Moosbüchse angebracht, welche nach Art einer Stopfbüchse die vorläufige Abdichtung zu bewirken hat, indem der Ring M_1 (siehe die Abbildung) beim Einsenken auf die Schachtsohle aufzuliegen kommt und der Ring M_2, aus welch beiden Ringen die Moosbüchse besteht, an M_1 heruntergleitet und die Moosschichte von 1·75 Meter Höhe auf 130 Mm. zusammenpreßt. G (siehe die erste Abbildung) ist der Gleichgewichtsboden mit dem Gleichgewichtsrohre R, wodurch die Cüvelage in Folge des verdrängten Wassers an Gewicht verliert und das unter dem Gleichgewichtsboden nach dem Eintreffen der Moosbüchse auf der Schachtsohle vorhandene Wasser durch das Rohr R einen Ausweg findet, indem R über den Wasserspiegel emporragt. Die Cüvelage hängt an sechs Ankerstangen, welche am unteren Ende der Cüvelage jedoch über dem Gleichgewichtsboden befestigt sind. Das Senken erfolgt mittelst Hängschrauben, welche obertags auf einem sehr starken Traggerüste aufgehängt sind. Der 200 Mm. weite Raum zwischen der Cüvelage und den Schachtstößen wird mit Beton ausgefüllt. Auf 1 Meter Schacht entfallen ungefähr 3 Cbm. Beton, zu dessen Erhärtung ein bis zwei Monate erforderlich sind. Nach dem Erhärten der Betonschicht wird zunächst das Wasser im Innern der Cüvelage ausgepumpt; ist der Gleichgewichtsboden erreicht, so wird derselbe gelöst und zu Tage gebracht und hierauf der Cüvelage durch Eichen- und Eisenkeilkränze, die mit Moos abgedichtet werden, ein fester Fuß geschaffen.



Moosbüchse.
Zu Seite 223.

Wir haben schon auf die Schwierigkeiten hingewiesen, welche sich dem Abteufen von Schächten im schwimmenden Gebirge entgegenstellen und welche nur unter großem Aufwande an Zeit, Geld und Arbeit bewältigt werden können, abgesehen von der permanenten Gefahr, in welcher sich hierbei die Arbeiter befinden. Diese Arbeiten sind nun durch Erfindung des sogenannten Gefrierverfahrens wesentlich vereinfacht und verbilligt worden, und es ist überhaupt möglich, die Arbeit in einer wesentlich kürzeren Zeit durchzuführen als sonst. Ja man ist sogar in der Lage, mit Hilfe dieses von Ingenieur Poetsch ersonnenen genialen Verfahrens dort Schächte abzuteufen, wo dies vor Erfindung dieses Verfahrens aus technischen Gründen nicht möglich gewesen wäre.

Das Princip des Gefrierverfahrens besteht darin, daß durch geeignete Vorrichtungen das Wasser in jenem Theile des schwimmenden Gebirges, welcher vom Schachte durchsetzt werden soll, zum Gefrieren gebracht wird, wodurch das

Gebirge die Härte 4 erhält, dasselbe kann dann wie jedes andere feste Materiale ausgebracht werden. Ist der Schacht abgeteuft, so wird, ohne daß eine Belästigung durch zusetzendes Wasser stattfände, die Cüvelage eingebaut und schließlich die Masse wieder aufthauen gelassen.

Das Gefrierverfahren findet aber nicht nur Anwendung zur Herstellung von Schächten, sondern dasselbe leistet auch bei der Fundirung tiefer Brückenpfeiler, ferner von Schleusen, Baugruben für mechanische Schiffshebewerke, bei der Herstellung von Sammelbassins für große Wasserwerksanlagen, ja selbst bei Abdämmung unterirdischer Wasserfluthen und beim Tunnel- und Festungsbau u. s. w. gute Dienste.

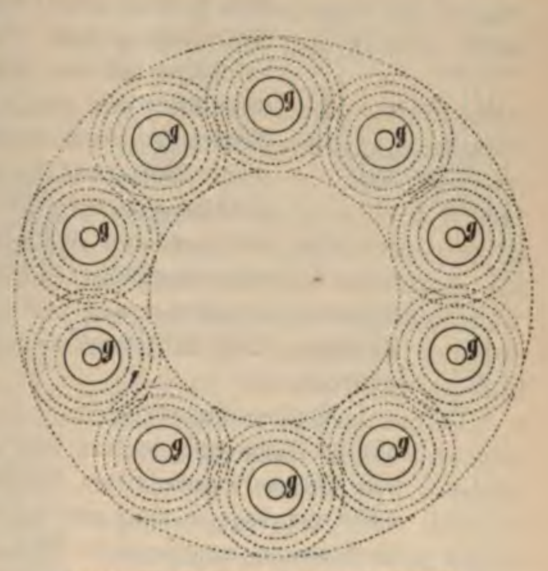
Wie wir schon angedeutet haben, wird also in dem wasserführenden Erdreiche, in welchem ein Tiefbau auszuführen ist, das Wasser auf künstlichem Wege zum Gefrieren gebracht und der Schacht, Tunnel, Brückenpfeiler u. s. f. ausgeführt, ganz wie wenn es sich um eine Arbeit in vollkommen trockenem Gebirge handeln würde. Die Arbeiter können hierbei also weder ertrinken, noch naß oder verschüttet werden, aber auch die Gefahr des Erfrierens ist nicht vorhanden, die Arbeiter können vielmehr bei einer angenehmen und gesunden Temperatur arbeiten, indem die Luft durch ein mit Condenswasser oder Dampf erwärmtes U-Rohr auf einer bestimmten angenehmen Temperatur erhalten wird, ohne daß diese künstliche Erwärmung der Frostmauer schadet und ein theilweises zu frühes und deshalb unerwünschtes Aufgehen des Frostkörpers herbeiführt.

Die Abkühlung des Erdreiches, wodurch das Gefrieren des in demselben vorhandenen Wassers bewerkstelligt werden soll, wird in der Weise ausgeführt, daß man mit Hilfe einer beliebigen Kälteerzeugungsmaschine Luft abkühlt und in den isolirten Raum einbläst, oder daß man mittelst einer solchen Maschine eine Salzlösung bis auf circa —30°, oder Alkohol auf —50° C. abkühlt und diese Flüssigkeit in dem abzukühlenden Raume als Regen niederfallen läßt. Diese Methode findet bei der Herstellung von Tunnels Verwendung, während beim Abteufen von Schächten die kalte Luft oder Flüssigkeit durch Röhren in das Erdreich geführt wird, welches abgekühlt werden soll.

Es mag hier zunächst kurz das Princip der Eismaschinen besprochen werden. Dieselben können je nach der Art und Weise der Erzeugung der niederen Temperatur in drei Gruppen eingetheilt werden, und zwar 1. in solche, bei welchen die Temperaturerniedrigung durch Auflösung von Salzen, 2. in solche, bei welchen die Abkühlung durch rasche Verdunstung von Flüssigkeiten, wobei bekanntlich Wärme gebunden wird, und 3. in Maschinen, bei welchen die Abkühlung in der Weise erreicht wird, daß stark comprimirte Gase rasch sich ausdehnen gelassen werden.

Die einfachsten Apparate sind jene der ersten Gruppe, bei welchen das zur Eiserzeugung dienende, mit Wasser gefüllte Gefäß in einen mit einer Kältemischung gefüllten Behälter gebracht wird. Diese Maschinen sind aber nur zur Herstellung kleiner Eismengen verwendbar, und dies vornehmlich aus dem Grunde, da sie zur

Herstellung größerer Eismengen zu theuer kämen. Bei den Maschinen der zweiten Gruppe, bei welcher, wie schon erwähnt, die Erzeugung der Kälte durch Verdunstung erfolgt, beruht dieser Vorgang auf der Thatsache, daß bei dem Uebergange einer Flüssigkeit in den dampf- oder gasförmigen Zustand eine bedeutende Wärmemenge gebunden wird. Geht nun die Verdunstung von Statten, ohne daß von außen Wärme zugeführt wird, so muß die ganze für die Vergasungsarbeit erforderliche Wärme der umgebenden Flüssigkeit selbst entzogen werden, und es sinkt hierdurch die Temperatur derselben. Am häufigsten finden die Ammoniak-Eismaschinen, besonders jene nach dem Carré'schen System, Anwendung. Bei den Maschinen der dritten Gruppe wird Eis durch Wiederausdehnung comprimirter Gase erzeugt. Die Luft wird unter Abkühlung verdichtet und dann in den Eiserzeuger gepreßt, wo sie sich wieder ausdehnen kann, was noch in der Weise beschleunigt wird, daß gleichzeitig eine Saugpumpe wirkt und einen luftverdünnten Raum erzeugt. Die bis auf 24 Atmosphären verdichtete, hierdurch erhitzte, und dann auf $+30^{\circ}$ abgekühlte Luft kühlt sich bei plötzlicher Ausdehnung, auf einen Druck von nur mehr einer Atmosphäre, auf -25 bis selbst -70° ab. Die Eismaschinen von Windhausen repräsentiren dieses System.

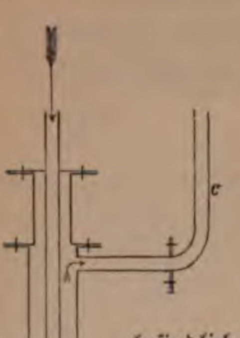


Anordnung der Gefrierapparate. Zu Seite 226.

Bei dem Gefrierverfahren von Poetsch werden sowohl Carré'sche Eismaschinen wie solche von Windhausen angewendet. Für die Größe der anzuwendenden Kälteerzeugungsmaschinen sind in erster Linie die Beschaffenheit des Gebirges, der cubische Inhalt der zum Gefrieren zu bringenden Massen und endlich die Dauer der Ausführung maßgebend. Aus dem Wassergehalte und der sonstigen Zusammensetzung des zu erstarrenden Gebirgstheiles läßt sich dann berechnen, welche Wärmemenge demselben entzogen werden muß, um dasselbe zum Gefrieren zu bringen. Sind alle diese Größen bekannt, so läßt sich aus ihnen durch Rechnung bestimmen, welche Wirkung die Kältemaschine in dieser Zeiteinheit äußern muß. Besitzt man schon eine bestimmte Eismaschine, so kann, alle anderen Umstände als bekannt vorausgesetzt, die Zeit berechnet werden, innerhalb welcher eine gewisse Gebirgsmasse zum Gefrieren gebracht werden kann. — Handelt es sich nun beispielsweise darum, im wasserreichen Gebirge einen Schacht abzuteufen, so wird, wie aus der Abbildung

auf Seite 225 ersichtlich, im Umkreise um die in Aussicht genommene Abteufungsstelle mittelst des Spülbohrers zunächst eine Anzahl von Löchern gebohrt. In diese werden dann die Gefrierapparate, deren Durchschnitt aus der untenstehenden Abbildung ersichtlich ist, eingesenkt.

Die in der Kältemaschine stark abgekühlte Flüssigkeit — gewöhnlich wird eine Chlormagnesium- oder Chlornatriumlösung verwendet, oder abgekühlte Luft — wird mittelst einer Pumpe in das Einfallsrohr a gepreßt, aus diesem tritt sie bei b aus, steigt in dem weiten Rohre g empor und gelangt durch das Steigrohr c wieder nach der Kältemaschine zurück. Auf diese Weise wird das um jedes Gefrierrohr gelegene Gebirge nach und nach vollständig durchkältet und das Wasser in Eis verwandelt, die Kälte theilt sich ferner langsam auch den nicht unmittelbar das Gefrierrohr berührenden Schichten mit, so daß im Laufe einiger Wochen das Gebirge auch auf einen weiteren Umkreis vollständig durchfroren ist. Werden zwei neben einander befindliche Gefrierapparate eine bestimmte Zeit lang continuirlich mit kalter Luft oder abgekühlter Salzlösung gespeist, so wachsen die sich bildenden Frostcylinder nach und nach zusammen, wie dies in unserer Abbildung (Seite 225) durch die um g gezeichneten concentrischen Kreise angedeutet ist.

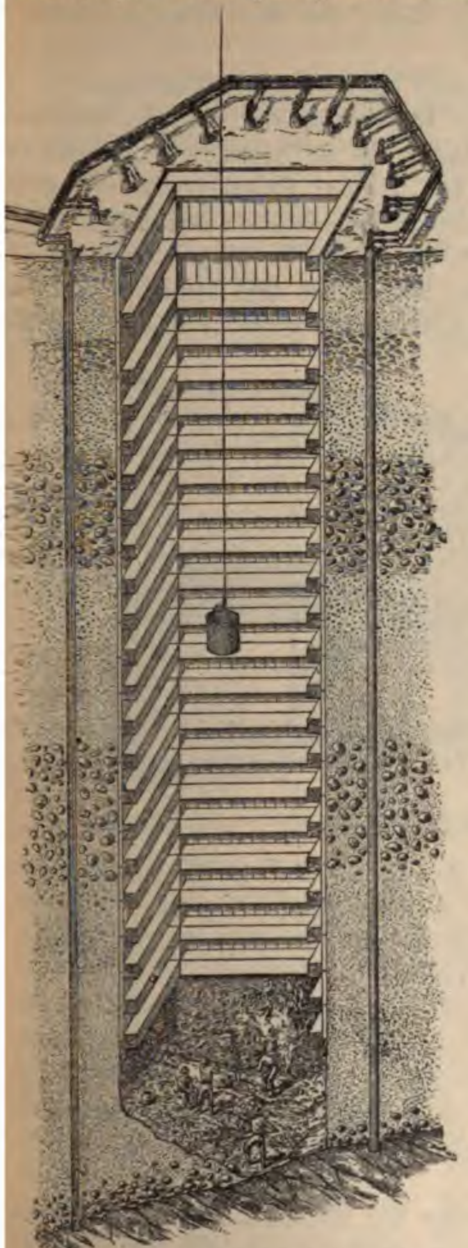


Gefrierapparat nach Poetsch. Zu Seite 226.

Da dem Raume innerhalb der Gefrierröhren g keine neue Wärme aus der Umgebung, sondern stets nur Kälte zugeführt wird, so wird das Gebirge innerhalb des Kreises der Gefrierapparate vollständig ausfrieren, dagegen außerhalb desselben langsamer auskühlen, da hier die Erdwärme entgegenwirkt. Ist der Raum innerhalb der Gefrierröhren so tief, als dieselben in die Erde gesenkt wurden, gefroren, so ist alles Wasser zu einem trockenen, festen Körper erstarrt, und nun kann mit der Ausschachtung begonnen werden. Die Ausführung des Gefrierverfahrens beim Abteufen von Schächten führte den Erfinder auch zu einer Untersuchung der Stabilität der hergestellten Frostmauern sowohl, als auch des Schachtausbaues überhaupt, und es ist ihm gelungen, eine allgemeine Formel aufzustellen, welche für das Gefrierverfahren praktischen Werth zur Berechnung der Wandstärke der herzustellenden Frostcylinder besitzt.

Bei der Ausschachtung des gefrorenen Erdreiches kann sowohl die Keilhau-, als auch die Bohr- und Schießarbeit zur Anwendung gelangen. Ist der Schacht in den gewünschten Dimensionen hergestellt, so wird der Ausbau der abgeteuften Baugrube mittelst Holz, Mauerwerk oder Eisen vorgenommen. Die Herstellung eines Schachtes mit Hilfe des Gefrierverfahrens ist aus der Abbildung auf Seite 227 ersichtlich. Liegen die schwimmsandführenden Schichten verhältnißmäßig tief unter

er Oberfläche, so wird zunächst bis auf diese in gewöhnlicher Weise ein Fahrschacht niedergetrieben und von diesem aus dann erst das von der abgekühlten Lösung durchflossene Röhrensystem eingetrieben. Dieses befindet sich dann in jenem Theile des schwimmenden Gebirges, welcher zur Aushebung gelangen soll. Es verbleibt so lange in demselben, bis vollständige Erstarrung eintrat, dann wird es ausgehoben und das Abteufen vorgenommen.



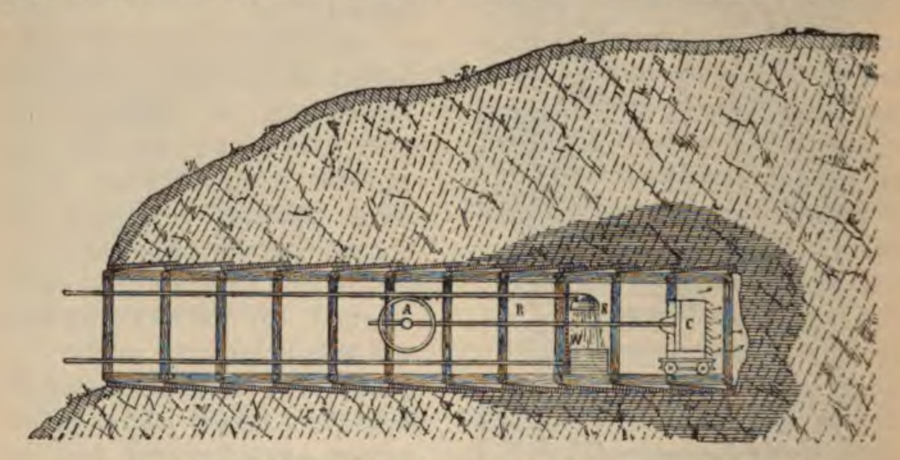
Herstellung eines Schachtes nach dem Gefrierverfahren. Zu Seite 227.

Die Anwendung des Gefrierverfahrens bei Herstellung von Tunnelbauten zeigt die Abbildung auf Seite 228. Durch die Wand W wird ein Raum abgegrenzt und die in diesem befindliche Luft durch eine Salzlösung, deren Temperatur —10° bis —30° beträgt, in der Weise abgekühlt, daß man die Lösung durch das Rohr R einpumpt und bei S in Form eines feinen Regens niederfallen läßt. Bei C befindet sich ein Gebläse, welches von außen mit Hilfe der Scheibe A angetrieben wird; dasselbe hat den Zweck, die abgekühlte Luft gegen die Wandung des Gebirges zu drücken, wodurch das Gefrieren desselben beschleunigt wird. Ist das Gebirge einige Meter tief gefroren (in der Zeichnung sind die schon gefrorenen Stellen dunkler schraffirt), so kann mit der Weiterführung des Tunnels begonnen werden.

Die Art und Weise, in welcher mittelst des Gefrierverfahrens Brückenpfeiler hergestellt werden, ist aus der Abbildung auf Seite 229 ersichtlich. Zunächst werden Röhren a von 300 Mm. Weite bis in das feste Flußbett gebohrt, dann werden in diese tannene Balken aus Rundholz, welche so lang sein müssen,

daß sie bis über den höchsten Wasserspiegel hervorragen, eingesetzt; hierauf zieht man das Bohrrohr mittelst Winde und Kabel über den senkrechten Balken b hinweg.

Sobald die Figur des Brückenpfeilers durch die beiden Pfahlreihen b b' gekennzeichnet ist, wird über dem höchsten Wasserstande eine wagrechte Bohrbühne an den Pfählen b und b' erbaut, von welcher aus die Bohrlöcher für die Gefrierröhren c bis etwa 5 Meter tiefer in das Flußbett eingebohrt werden, als der Brückenpfeiler fundirt werden soll. Nachdem die Bohrlöcher c vollendet sind, stampft man zwischen die Verschalung der Balken b und b' Thon oder Letten bis zum und über den höchsten Wasserspiegel hinaus und läßt dann den Thon mit Hilfe des Gefrierverfahrens in einen festen Körper und mit der Flußsohle zusammen-



Anwendung des Gefrierverfahrens zur Herstellung von Tunnelbauten. Zu Seite 227.

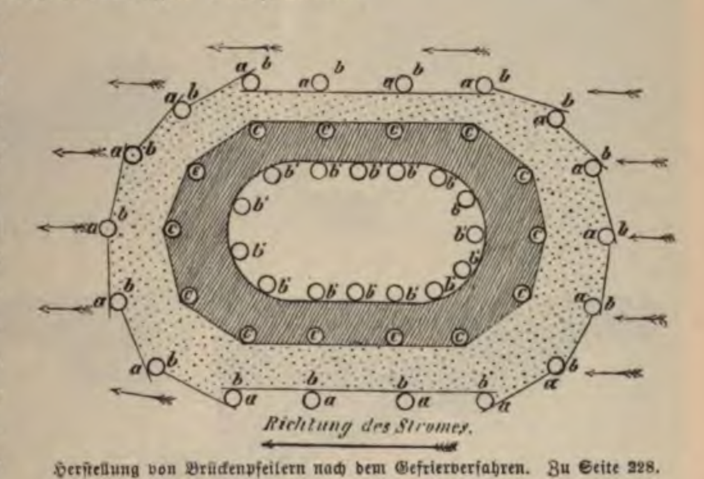
frieren, worauf die Ausbaggerung des Gebirges innerhalb der Frostmauer erfolgen kann. Ist die Ausschachtung beendet, so wird der Pfeiler aufgemauert. Nach Beendigung der Mauerung werden die Gefrier- und Bohrröhren und schließlich auch die Balken und der Thon oder Letten entfernt.

Diese wenigen Worte über das Gefrierverfahren werden wohl genügen, um die eminente Wichtigkeit dieses Verfahrens genügend hervorzuheben. Wir müssen dasselbe als einen außerordentlichen Fortschritt der Technik betrachten und als ein nie versagendes Hilfsmittel, welches es gestattet, selbst dort rasch und gefahrlos Schächte abzuteufen, wo man dies noch vor 20 Jahren für ein Ding der Unmöglichkeit angesehen hätte. — — —

Stollen und Schächte, deren Anlage und Ausführung wir nun besprochen haben, sind jedoch immer nur Hilfsbaue, welche es noch nicht ermöglichen, die Lagerstätten vollständig und rationell auszubeuten. Um dies zu ermöglichen, müssen anschließend an diese die eigentlichen Abbaue hergestellt werden. Ihrer Natur nach müssen sich diese ganz nach der Beschaffenheit der vorhandenen Lagerstätte

richten, sich ihr gewissermaßen anpassen, denn es ist einleuchtend, daß die Durchführung des Abbaues eine andere sein wird, wenn es sich um Ausbeutung wenig mächtiger, sich aber auf große Strecken ausdehnender Gänge oder Gangsysteme handelt, als wenn mächtige Stöcke oder Lager abzubauen sind. Aber auch nach dem örtlichen Charakter der Lagerstätte wird sich die Abbaumethode zu richten haben, so nach dem Fallen, der Beschaffenheit des Nebengesteines, ob man sich im noch unverritzten Gebirge bewegt oder in solchem, in welchem schon Bergbau betrieben wurde u. s. f. Im Allgemeinen richtet man auf Gängen und steil aufgerichteten Flötzen Firsten-, Strossen- oder Querbau, auf minder steilen Flötzen und Lagern Streb- oder Pfeiler-, auf Stöcken Weitungs- oder Stockwerksbau und in rolligen oder stark zerklüfteten Massen Bruchbau ein.

Bei dem Firstenbau wird von dem Schachte aus zunächst eine Grundstrecke getrieben und diese mit der nöthigen Zimmerung oder Mauerung versehen. Dann wird oberhalb der Zimmerung, dem Firstenkasten, oder oberhalb der Mauerung der Firste, dem Firstengewölbe, vom Schachte aus ein Stoß abgetrieben, dann über diesem ein zweiter, ein dritter u. s. w. Auf diese Weise entsteht gewissermaßen eine umgekehrte Treppe, an welcher die Belegschaft thätig ist; diese steht auf dem ausgehaltenen tauben Gesteine, dem Bergversatze. Im Firstenkasten oder dem Firstengewölbe wird eine Oeffnung ausgespart, welche dazu dient, das Fördergut auf die Förderstrecke zu bringen, dieselbe heißt das Rollloch. In dem Maße, als der Abbau weiter fortschreitet, werden auch die in bestimmten Abständen angesetzten Rolllöcher mittelst trockener Mauerung ausgespart.

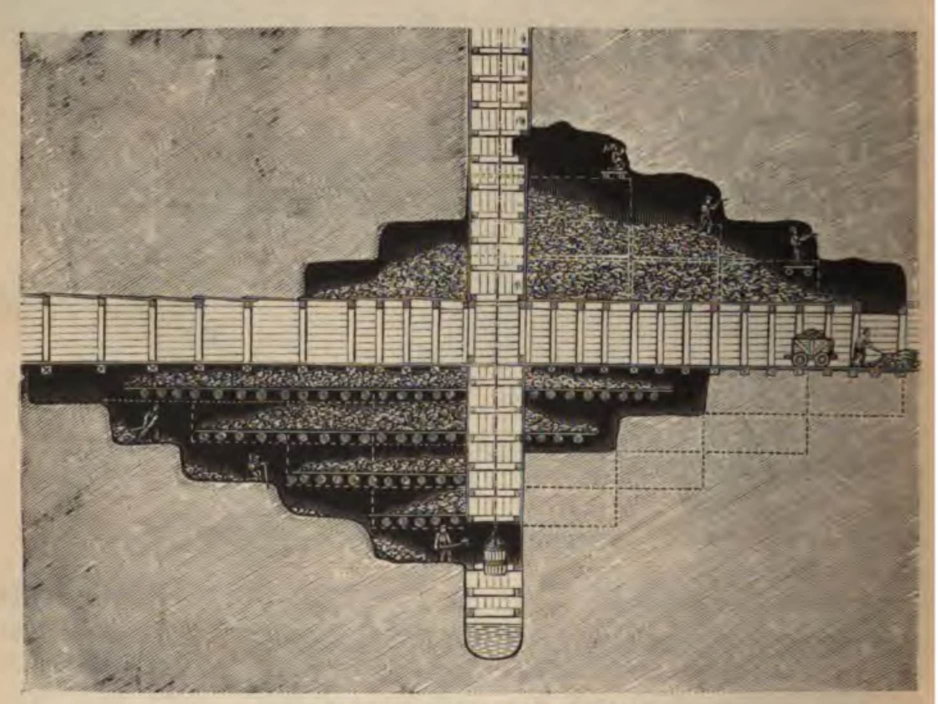


Herstellung von Brückenpfeilern nach dem Gefrierverfahren. Zu Seite 228.

Eine Umkehrung des Firstenbaues bildet der jetzt fast ganz verdrängte Strossenbau; derselbe besteht in der Herausarbeitung einer Gangmasse zwischen zwei Strecken. Hier wird von einer Strecke ausgehend nicht nach oben, sondern nach unten gearbeitet, und der Häuer steht nicht auf dem Bergversatz, sondern auf der zu gewinnenden Gangmasse seiner Strosse. Auf diese Weise entsteht eine Treppe. Die neben den Erzen und Pochgängen fallenden tauben Mittel, worunter alle nutzlosen Gesteinsstücke zu verstehen sind, werden auf den sogenannten Kastenschlag, einen über den Köpfen der Arbeiter befindlichen Kasten, gestürzt. Hauptsächlich wird

der Strossenbau bei edlen Erzen angewendet, um diese auf einer soliden Unterlage ohne Verlust ausklauben und sortiren zu können.

Beim **Querbau** wird zunächst auf dem Liegenden der Lagerstätte eine Strecke getrieben, welche mit dem Förderschachte in Verbindung steht, es ist dies die Förderstrecke. Von dieser aus wird dann rechtwinklig nach dem Hangenden gebaut, und zwar in ganz analoger Weise wie bei dem Strossen- oder Firstenbau, nur mit dem Unterschiede, daß die Strossen nicht von oben nach unten, sondern der Quere nach getrieben werden. Das taube Mittel wird zur Seite verstürzt.



Firsten- und Strossenbau. Zu Seite 229.

Der **Strebebau** findet in der Regel nur auf Lagern und Flötzen von geringer Mächtigkeit Anwendung. Das zwischen zwei Grundstrecken liegende Abbaufeld wird, vom Schachtsicherheitspfeiler ausgehend, nach der Feldesgrenze zu in 8—15 Meter breiten, gleichzeitig in Angriff zu nehmenden Streifen (Streben) verhauen und der dadurch entstandene Hohlraum im Rücken der Arbeiter immer sofort mit Bergen versetzt, wobei im Bergversatze schmale Strecken zur Förderung offen gehalten werden. Diese Abbauart gelangt vornehmlich dort zur Anwendung, wo der Ersparniß halber nur so wenig als möglich taubes Gestein abgebaut werden soll, es müssen daher, der geringen Mächtigkeit der Flötze wegen, die Häuer oft in liegender Stellung arbeiten. Nun sind aber gerade jene Gesteine, in welchen

solche »Krummhälsestrecken«, wie der Strebebau auch von Alters her genannt wird, angelegt werden, geneigt, plötzlich einzugehen. Um dies zu vermeiden, wird das Hangende mittelst hölzerner Stempel unterstützt. Wir erwähnten schon an einer früheren Stelle, daß solche Krummhälsestrecken in alten verlassenen Bergbauen, so in der Gegend von Ems in römischen Bauen angetroffen wurden; sie entstammten damals ebenfalls dem Streben, nach Möglichkeit sparsam zu Werke zu gehen, um so mehr, als zu jenen Zeiten dem Bergmanne noch der mächtige Helfer, das Schießpulver, fehlte.



Ein Firstenbau im Innern. Nach Heuchler »Die Bergknappen«. Zu Seite 229.

Plattenförmige Lagerstätten, besonders Steinkohlenflötze, werden, falls ein Versetzen der ausgehauenen Flächen zu theuer käme, mittelst des Pfeilerbaues abgebaut, wobei man das Hangende zu Bruche gehen läßt. Am häufigsten findet der streichende Pfeilerbau Anwendung; hier werden die zwischen zwei Grundstrecken liegenden Flötztheile in der Regel durch schwebende und zur Aufwärtsförderung eingerichtete Strecken, sogenannte Bremsberge, in eine Anzahl annähernd gleichgroßer Abbaufelder, Bremsbergfelder, zerlegt, letztere durch schmale, streichende Abbaustrecken in etwa 10—15 Meter breite Streifen, Pfeiler, getheilt und diese dann in entgegengesetzter Richtung abgebaut. Ist ein solcher Pfeilerabschnitt vollkommen ausgekohlt, so wird die zu seiner Unterstützung hergestellte

Zimmerung soweit als durchführbar wieder herausgenommen (geraubt), um auf diese Weise das Hangende zum Bruche zu bringen und die anstehende Kohle von dem Gebirgsdrucke zu entlasten. Sollen bei Pfeilerbau einzelne Theile des Hangenden nicht zum Bruche gebracht werden, so müssen die betreffenden Flötztheile ganz oder theilweise unabgebaut bleiben. Im letzteren Falle durchfährt man den betreffenden Feldestheil mit breiten Strecken und läßt die zwischen denselben verbleibenden Pfeiler stehen. Diese Abart des Pfeilerbaues, welche Orterbau genannt wird, findet auch häufig in Steinsalzwerken Anwendung.

Stockwerksbau wird auf großen Erznieren betrieben, indem man vom Hauptschachte aus in verschiedenen Sohlen Strecken oder Längenörter nach allen Richtungen anlegt und die Mittel durch Schlägel- und Eisenarbeit oder durch Sprengen hereinnimmt. Wenn Theile dieser weiten Baue zu Bruche gehen, was in Folge mangelhafter Stützung wohl bisweilen vorkommt, so wirkt die Last der einstürzenden Gesteine dem Bergmanne mitunter durch Lostrennung und Lockerung der Massen vor. Indem man dann aus dem Einsturze gewinnt, was zu gewinnen ist, betreibt man den sogenannten Bruchbau, welcher wohl ein sehr leichtes und bequemes, aber durchaus unrationelles Verfahren bildet und heute kaum mehr zur Anwendung kommt.



Pfeilerbau. Zu Seite 231.

Diese Abbauarten sind jedoch durchaus nicht die einzig möglichen, vielmehr ist innerhalb derselben eine große Anzahl von Combinationen und Abweichungen denkbar, wie sich überhaupt die anzuwendende Methode immer ganz nach den örtlichen Verhältnissen richten wird.

Betrachten wir nun die Werkzeuge und Geräthe näher, welche dem Bergmanne zu Gebote stehen, um diese kolossalen und bewunderungswürdigen Arbeiten, wie wir sie in den Stollen und Schächten, sowie überhaupt in den unterirdischen Bauen kennen lernten, zur Ausführung zu bringen.

Ein großer Theil der Geräthe des Bergmannes, des Gezähes, wie er diese in seiner Sprache bezeichnet, ist wohl, wenigstens in seiner Grundform, nahezu so alt, wie das Menschengeschlecht selbst. Den bergmännischen Geräthen ganz ähnlich geformte Werkzeuge sehen wir in den Sammlungen von Geräthschaften aus der Steinzeit; wir begegnen ähnlichen, wenn auch schon zweckmäßigeren Formen in der Bronzezeit, und der Keil, dessen sich der Bergmann im Erzgebirge heute bedient, hat begreiflicherweise noch ganz die Form, wie jener, mit welchem der äthiopische Sclave vor mehr denn fünf Jahrtausenden die Steinkolosse in den

ägyptischen Granitbrüchen loslöste. Neben diesen primitiven Werkzeugen werden wir aber auch solche kennen lernen, die erst der jüngsten Zeit ihre Entstehung verdanken, nämlich die Bohrmaschinen, die ihrerseits wieder ihre Ausgestaltung und die mannigfachen Verbesserungen den enormen Fortschritten verdanken, welche auf sprengtechnischem Gebiete gemacht wurden.

Das zu verwendende Gezähe richtet sich immer nach der Natur und der Beschaffenheit des zu bewältigenden Gebirges. Zur sogenannten Wegfüllarbeit, welche nur die Gewinnung lockerer Massen ohne allen oder doch nur mit sehr geringem Zusammenhange umfaßt, dienen in erster Linie Schaufeln von verschiedener Gestalt, ferner Rechen, kleine Hauen u. s. f. Soll diese Arbeit im größeren



a Schrämspieß, b c d Keilhauen, e Schlägel, f Eisen. Zu Seite 233.

Maßstabe durchgeführt werden, so kommen unter Umständen auch Trockenbagger in Verwendung.

Zur Gewinnung in festeren Massen wird die **Keilhaue** verwendet. Diese bildet einen schweren eisernen Keil, welcher an einem langen hölzernen Stiele befestigt ist; je nach dem Zwecke, welchem sie zu dienen hat, ist die Form der Keilhaue, auch Schrämhaue, Picke, Bergeisen oder Krampenhaue genannt, sehr verschieden. Gestein, welches keine besonders große Festigkeit besitzt, wird mittelst der Keilhaue durch die sogenannte **Schrämarbeit** gewonnen. Es wird nämlich mit der Keilhaue, je nachdem das Gestein geschichtet oder ganz ist, parallel zu den Schichten oder von oben nach unten eine Vertiefung eingehauen und dann die Seitenwände der Vertiefung nachgebrochen. Zu dem gleichen Zwecke, besonders in sehr weichem Gesteine, wird auch der Schrämspieß verwendet, welcher manchmal auch in der Weise gehandhabt wird, daß er, an einer Kette an der Zimmerung hängend, gegen das Gestein gestoßen wird. Die Schrämarbeit findet bei der

Gewinnung der Kohle in großem Maßstabe Anwendung, in neuerer Zeit wurden auch eigene Schrämmaschinen construirt.

Alle diese Geräthschaften sind mehr zur Bewältigung verhältnißmäßig weichen Gesteines bestimmt. Handelt es sich um die Bezwingung festen Gesteines, so müssen andere Werkzeuge verwendet werden, deren wichtigste Schlägel und Eisen sowie der Keil sind.

Das Eisen ist ein mit einem zum Einstecken eines Stieles dienenden Auge versehener spitzer Hammer, die der Spitze gegenüberliegende Fläche heißt die Bahn. Die gut verstählte Spitze wird mit der linken Hand, welche das Eisen dirigirt, gegen das Gestein gehalten und nun mit dem Schlägel auf die Bahn geschlagen. Hierdurch dringt die Spitze des Eisens ein wenig in das Gestein ein und sprengt kleine Stückchen desselben los; man ist somit im Stande, auf diese Weise eine kleine Rinne von beliebiger Richtung herzustellen.

Der Schlägel, auch Fäustel genannt, ist ein etwas langgestreckter Hammer mit quadratischem Querschnitte; er besteht entweder ganz aus Gußeisen oder ist doch gut verstählt. Das Gewicht des Schlägels beträgt je nach Umständen 1—3½ Kgr.; der Stiel ist aus Holz verfertigt und 40—50 Cm. lang.

Ehe noch das Pulver oder andere Sprengmittel bekannt waren, oder in dem Maß, wie heute zur Anwendung gelangten, war die Schlägel- und Eisenarbeit das einzige Mittel, um im festen, nicht zerklüfteten Gesteine vorwärts zu kommen. Begreiflicherweise war diese Arbeit nicht nur sehr anstrengend für den Häuer, sie konnte auch nur sehr wenig leisten und der tägliche Fortschritt war deshalb ein sehr geringer. Der Vorgang bei der Schlägel- und Eisenarbeit war folgender:

Zunächst wurden in das Gestein zwei parallele Furchen von ungefähr 3—4 Cm. Tiefe und ebensolchem Abstande von einander gehauen. Dann wurde der zwischen diesen beiden Furchen stehen gebliebene Grat entfernt, an einer anderen Stelle eine Furche angebracht, der Grat abermals entfernt u. s. f. Es ist begreiflich, daß auf diese Weise das Vorrücken nur sehr langsam erfolgen konnte, und daß mancher Tropfen Schweiß nöthig war, um nur ein Meter im harten Gesteine vorzudringen.

In neuester Zeit, wo durch Anwendung der Bohrmaschinen die Sprengarbeit ungemein erleichtert wird, hat auch die Schlägel- und Eisenarbeit viel von ihrer ursprünglichen Bedeutung verloren, sie wird gegenwärtig nur mehr als Hilfsarbeit benützt, so z. B. zum Anbrüsten, d. i. Abglätten des Gesteins vor Anbringung eines Bohrloches, und überall dort, wo eine Zerklüftung des Gesteines oder der Lagerstätte vermieden werden soll, so bei der Herstellung von Fundamenten, von Bühnlöchern, von glatten Flächen zum Antreiben der Keile u. s. f.

Ist das Gestein minder hart und stark zerklüftet, so ist mit der Schlägel- und Eisenarbeit ein rascherer Fortschritt zu erzielen, dann werden die einzelnen Furchen bis auf eine Tiefe von 20 Cm. ausgehauen, die stehenbleibenden Erhebungen nachgenommen u. s. w.

Wie wenig die Schlägel- und Eisenarbeit zu leisten im Stande war, kann auch daraus entnommen werden, daß im festen Gesteine die Jahresleistung beim Streckenbetriebe nur ungefähr 10 Meter betrug, wobei man außerdem noch die Stollen so gering als möglich dimensionirte und ihnen nur eine Breite von 50 bis 75 Cm. ertheilte.

Wie haben sich doch hier seit allgemeiner Einführung der Sprengarbeit die Verhältnisse geändert

Daß die Sprengarbeit unter die Gewinnungsarbeiten des Bergmannes Aufnahme fand, ist durchaus noch nicht besonders lange her, nicht einmal drei Jahrhunderte sind seitdem verstrichen. Soweit sich ihre Geschichte in alten Chroniken verfolgen ließ, gelangte die Sprengarbeit zuerst in Ungarn, und zwar im Jahre 1627 zur Anwendung, im Jahre 1663 sehen wir die Sprengarbeit schon in Freiberg in Verwendung, und bald darauf war sie im Harz allgemein eingeführt. Von da ab verbreitete sich dieses so expeditive Verfahren immer mehr und mehr und am Ausgang des XVII. Jahrhunderts gab es in ganz Deutschland wohl kaum mehr ein Bergwerk, in welchem man sich nicht der Wunderkraft des Schießpulvers bediente.

Im Principe wird die Sprengarbeit in der Weise ausgeführt, daß in das zu lösende Gestein ein Loch von entsprechender Tiefe gebohrt und dieses bis ungefähr zur Hälfte mit Pulver gefüllt wird. Hierauf wird der obere Theil des Loches mit Lehm oder weichem Gesteine gut verschlossen und schließlich die Pulverladung in geeigneter Weise zur Explosion gebracht. Indem diese beinahe plötzlich abbrennt, entwickelt sie eine große Menge Gase, welche eine sehr hohe Temperatur besitzen, diese üben einen enormen Druck auf das Gestein aus, wodurch dieses je nach der Stärke der Sprengladung entweder nur gelockert oder aber ganz weggeschleudert wird.

Für das Gelingen eines Schusses, d. h. um mittelst desselben die größte mögliche Wirkung auf das Gestein auszuüben, ist die Art der Anlage des Bohrloches, sowie dessen Beschaffenheit, dann die Art der Ladung und des Besatzes, worunter der Verschluß des geladenen Bohrloches zu verstehen ist, von größter Bedeutung. Ist die Richtung des Bohrloches nicht die geeignete, so reißt der Schuß nicht, d. h. er lockert das Gestein nur wenig oder überhaupt nicht; werden andererseits die Bohrlöcher zu nahe aneinander gesetzt, so ist die Wirkung wohl eine sehr kräftige, doch hätte dieselbe auch auf einfachere Weise erreicht werden können.

Die Herstellung der Bohrlöcher erfolgt entweder mit der Hand oder aber mittelst Maschinen.

Zur Herstellung der Bohrlöcher mittelst Handarbeit werden Bohrer von verschiedener Gestalt verwendet. Handelt es sich um Herstellung von Bohrlöchern in sehr weichem Gesteine, wie in Steinsalz, Lignit, Braunkohle, Schieferthon u. s. f., so gelangen Spiral- oder Schlangenbohrer zur Anwendung, während zur Herstellung von Bohrlöchern in härtere Gesteine die sogenannten Meißelbohrer Verwendung finden.

Es sind dies Stangen aus Rundeisen, welche an einem Ende eine stählerne Schneide tragen; die Länge ist je nach der Tiefe des herzustellenden Bohrloches verschieden; zu Beginn der Arbeit werden stets kürzere Meißel verwendet. Die Handhabung dieses Instrumentes geschieht nun in der Weise, daß der Arbeiter dasselbe in der Richtung, welche das herzustellende Bohrloch bekommen soll, auf das vorher mittelst Schlägel und Eisen abgebrüstete Gestein aufsetzt und nun mittelst des Handfäustels einen Schlag auf den Bohrer ausführt. Dann wird der Bohrer ein wenig gedreht, versetzt, wieder daraufgeschlagen u. s. f. Es entsteht auf diese Weise eine nach und nach immer tiefer in das Gestein eindringende Vertiefung, welche, soferne der Bohrer richtig gehandhabt wurde, vollkommen rund ausfällt. Während der Bohrung wird das Bohrloch mit einem Strohkranze oder einer durchlochten Guttaperchascheibe bedeckt, um das Herausspritzen von Wasser zu vermeiden. Abgebrochene Bohrer werden mittelst der Schere aus dem Bohrloche geholt.



Meißelschneiden. Zu Seite 236.

Das Bohren wird entweder durch einen Arbeiter bewerkstelligt, indem er mit einer Hand den Bohrmeißel hält, mit der anderen das Fäustel dirigirt, oder aber durch zwei Arbeiter. Im letzteren Falle, welcher zum Unterschiede von der ersteren Methode, dem einmännigen Bohrer, auch zweimänniges Bohren genannt wird, dirigirt und dreht ein Arbeiter den Bohrer, während der zweite die Schläge führt.

Von Zeit zu Zeit ist es erforderlich, den sich im Bohrloche ansammelnden Bohrstaub, den Bohrschmand, zu entfernen, es geschieht dies mittelst des Krätzers. Dies ist eine dünne eiserne Stange, welche am unteren Ende einen seitlich gerichteten blattartigen Haken besitzt, mittelst welchem das Bohrmehl ausgehoben wird.

Ist ein Bohrloch fertiggestellt, so wird es mittelst Lappen vollkommen trocken ausgewischt — das Bohren findet immer unter Zugießen von Wasser statt, weil dann der entstehende Bohrschmand nicht so sehr hemmend und abschwächend auf die Stöße des Bohrers wirkt und auch die Arbeiter nicht belästigt — in dasselbe die Pulverladung gebracht und der darüber befindliche Hohlraum mit Lehm oder Sand, welchen man durch Schlagen fest zusammenpreßt, versetzt. Um jedoch die Sprengladung entzünden zu können, wird vorher die bis ungefähr in die Mitte der Pulverladung reichende Raumnadel eingeführt und um diese der Besatz hergestellt. Wird dann die Raumnadel herausgezogen, so verbleibt im Besatze ein kleiner Hohlraum, welcher zur Einführung der Zündvorrichtung dient. Die Raumnadel darf nicht aus Eisen, sondern muß aus Kupfer

oder Messing verfertigt sein, um zu verhindern, daß dieselbe in Berührung mit dem festen Gesteine bei einem plötzlichen Schlage oder Stoße Feuer reißt und die Pulverladung vorzeitig zur Entzündung gebracht wird. Desgleichen wird auch der zum Feststampfen des Besatzes dienende Stampfer, welcher an der Seite eine schmale Rinne besitzt, in welcher die Raumnadel gleitet, aus weichstem Eisen hergestellt.


Einmänniges Bohren. Zu Seite 236.

Durchsetzt ein Bohrloch wasserführende Klüfte oder Spalten, so müssen diese, ehe man die Ladung in das Bohrloch bringen kann, verschlossen werden. Zu diesem Zwecke verwendet man den Lettenbohrer. Es ist dies ein runder Eisenstab von geringerem Durchmesser als jener des Bohrloches, mit Hilfe desselben wird ziemlich trockener Lehm (Letten) in das Bohrloch gepreßt, welcher dann in die Fugen eindringt und diese verschließt. Dann gebraucht man aber immer noch die Vorsichtsmaßregel, die Pulverladung in einer gut geleimten und mit Harz bestrichenen Hülse einzuführen. Gelingt es jedoch auf diese Weise überhaupt nicht, das Bohrloch vollkommen trocken zu legen, so wird die Pulverladung in einer sorgfältig gearbeiteten Blechhülse in das Bohrloch gebracht.


Zweimänniges Bohren. Zu Seite 236.

Auf die Sprengarbeit unter Verwendung von Dynamit werden wir bei Besprechung der dem Bergmanne zur Verfügung stehenden modernen Sprengmittel zurückkommen.

Die Herstellung der Bohrlöcher mittelst Handarbeit gestattet begreiflicherweise nur ein langsames Vorrücken, denn es vergeht jedesmal sehr viel Zeit, bis nur ein Bohrloch fertiggestellt ist, und die Herstellung währt umso länger, eine je größere Härte das Gestein besitzt. Man war aus diesem Grunde auch hier bestrebt, einen Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ermöglichen, und dieses Streben führte zur Construction der Bohrmaschinen, deren jetzt eine große Anzahl vorzüglich functionirender Systeme zur Verfügung steht.

Im Allgemeinen lassen sich die Bohrmaschinen in solche für Handbetrieb und solche, bei welchen der Antrieb durch eine Kraft, wie comprimirte Luft, Wasser oder Elektricität erfolgt, unterscheiden.

Die **Handbohrmaschinen** sind je nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, entweder für drehendes oder für stoßendes Bohren eingerichtet. Die ersteren eignen sich naturgemäß nur zur Herstellung von Bohrlöchern in sehr weichem Materiale, wie in Letten, Kohle, Steinsalz u. s. w. Für härteres Gestein werden dagegen die schlagenden Bohrmaschinen angewendet. Allerdings ist ihr Wirkungskreis ein sehr kleiner, da sie sehr viel Kraft erfordern, und man in solchen Fällen sich dann schon eher für Bohrmaschinen mit mechanischem Antriebe entscheidet.

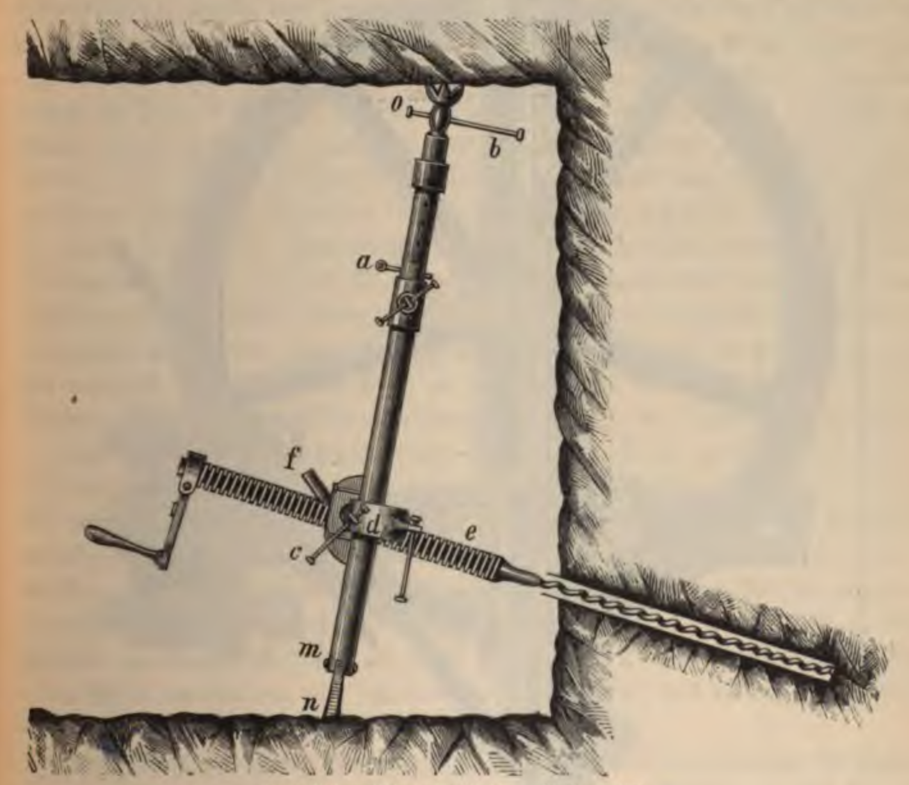


Werkzeuge zur Herstellung der Bohrlöcher.
a Handfäustel, b Schlägel, c Krätzer, d Guttaperchascheibe, e Lettenbohrer, f Schere. Zu Seite 236.

Eine Bohrmaschine, welche sich in weichem Materiale sehr gut bewährt hat, wurde von **Reška** construirt, sie ist für drehendes Bohren eingerichtet. Eine Säule (siehe die Abbildung auf Seite 239), welche mittelst Schrauben fest gegen First und Sohle des Stollens verstemmt werden kann, trägt eine bewegliche Hülse zur Aufnahme des Bohrgehäuses. Dieses ist mit einem konischen Zapfen versehen, welcher in die Hülse hineinpaßt und in Folge dessen auch nach allen Richtungen gedreht werden kann. Im Bohrgehäuse selbst ist eine Schraubenmutter um ihre Achse drehbar, welche durch eine Stellschraube mit Bremsbacken fixirt werden kann. Der eigentliche Bohrapparat besteht aus einer Schraubenspindel mit einem viereckigen, sich verjüngenden Loche am unteren Ende zur Aufnahme des Bohrers; die Spindel geht durch die Mutter in der Bohrhülse hindurch, und sobald die Mutter in dieser Hülse fixirt ist, bewegt sich die Spindel nach vorwärts. Ist die Mutter gelöst, so dreht sich die Spindel mit sammt der Mutter um die eigene Achse und es findet gar keine Vorwärtsbewegung statt. Durch diesen Mechanismus ist man in der Lage, je nachdem es das Gestein erfordert, die Vorwärtsbewegung durch das mehr oder weniger auszuführende Feststellen der Schraubenmutter zu reguliren. Wird nämlich die Schraube etwas angezogen, so geht die Mutter beim Umdrehen der Schraube immer noch etwas mit herum, soweit dieselbe die Reibung durch die Bremsbacke der Stellschraube überwinden kann, die Spindel kann also nicht um die volle Höhe des Schraubenganges vorwärts bewegt werden.

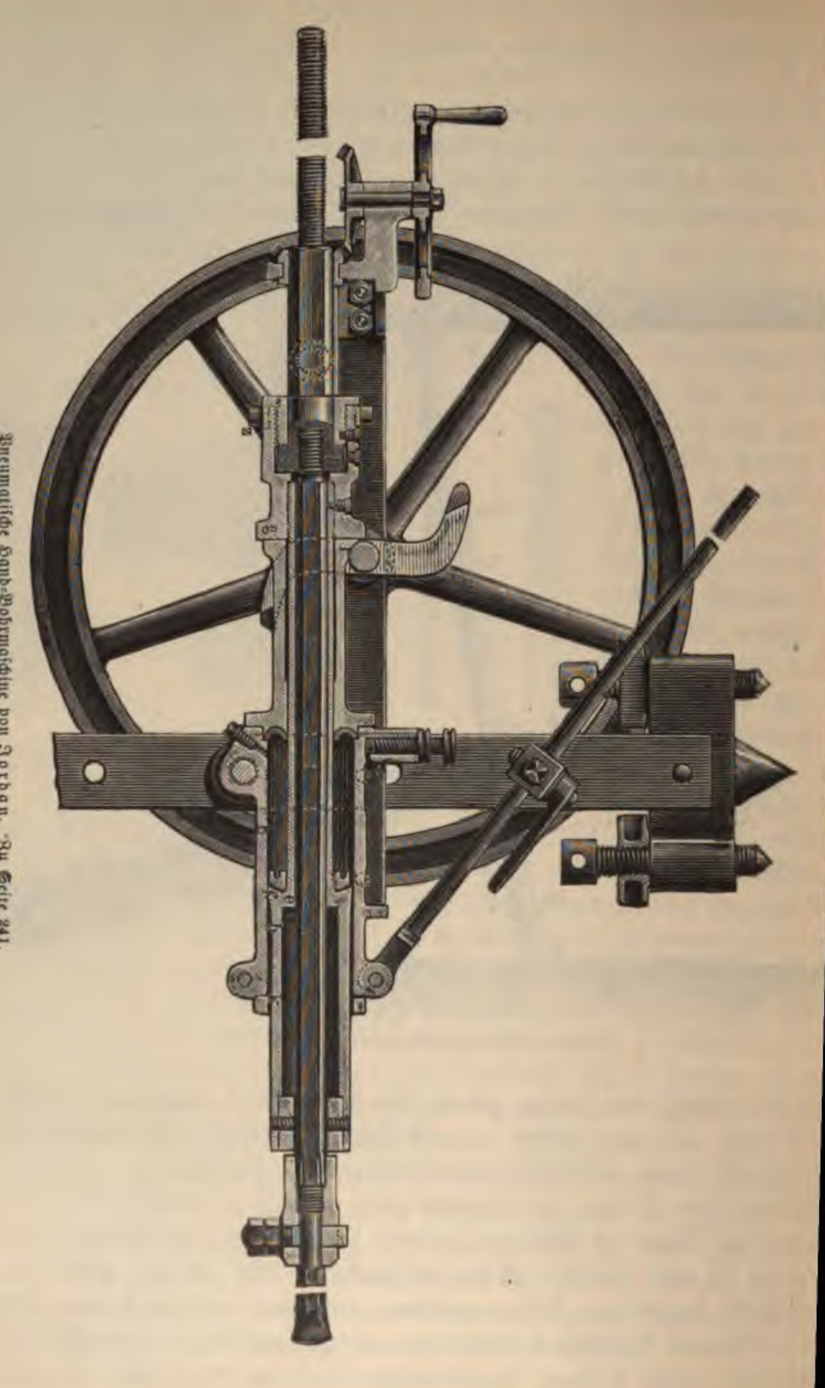
Diese Maschine functionirt in folgender Weise:

In der hohlen Säule a m bewegt sich ein Kolben, welcher mit Löchern versehen ist, durch welche der Vorstrecker a gesteckt wird, sobald der Kolben soweit herausgezogen ist, daß die Säule mit den Klauen o und n die Stöße berührt. Das Feststellen geschieht dann durch das Ausdrehen der Schraube b. Die Hülse d wird ebenfalls durch eine Schraube fixirt. Durch das Verschieben des Bohrgehäuses f und der Hülse d wird der Bohrer in die Lage und Richtung gebracht, in welcher das Loch gebohrt werden soll; sodann werden alle Schrauben fest angezogen und die



Hand-Bohrmaschine von Reška. Zu Seite 239.

Bohrspindel mittelst der Kurbel gedreht. Am besten ist es, wenn ein Arbeiter den Bohrer dreht und ein zweiter je nach Bedürfniß mittelst der Stellschraube die Mutter fixirt, damit der Vortrieb des Bohrers den Verhältnissen entspricht und der Arbeiter beim Drehen der Spindel nicht unnöthig ermüdet wird; dies ist gewissermaßen Sache des Gefühles, welches der Arbeiter bald bekommt, um die Regulirung in der richtigen Weise vorzunehmen. Als Bohrer dient ein aus gutem Stahle verfertigter Schlangenbohrer, und zwar werden je nach der Tiefe des herzustellenden Bohrloches Bohrer von verschiedener Länge verwendet. Ist mit dem Abbohren eines Bohrers die gewünschte Tiefe des Bohrloches noch nicht er-



Pneumatische Hand-Bohrmaschine von Jordan. Zu Seite 241.

reicht, so wird, sobald die Mutter durch die Stellschraube f gelöst ist, die Spindel sammt dem Bohrer zurückgezogen und je nach der Stellung des Gestelles zur Gesteinswand der neue Bohrer durch das Bohrgehäuse oder neben demselben hindurchgesteckt, dann die Spindel e nach vorwärts und der Bohrer in derselben nach rückwärts hineingeschoben. Dann beginnt die Arbeit von Neuem, ohne daß die Lage des eigentlichen Bohrgestelles eine Veränderung erfahren müßte.

Eine Handbohrmaschine für stoßendes Bohren, die sogenannte pneumatische Bohrmaschine, wurde von Jordan construirt. Dieselbe (siehe die Abbildung auf Seite 240) besteht aus dem Cylinder b und dem Kolben e, welch letzterer fest verbunden den Hebeblock g trägt, der durch die Daumen der Welle l, und zwar zweimal bei jeder Drehung, gehoben wird. Der Kolben preßt somit die Luft im Cylinder bei jedem Anhube zusammen, und sobald der Daumen den Hebeblock verlassen hat, treibt die bis auf zehn Atmosphären comprimirte Luft den Bohrer gegen das Gestein. Diese hohe Spannung wird dadurch erreicht, daß hinter dem Kolben ein leerer Raum b, durch eine Manschette k abgedichtet, sich befindet, in welchem die Luft beim Anhube sich bis auf drei Atmosphären verdichtet und neben der Manschette f so lange nach dem Cylinder übertreten kann, bis beiderseits gleicher Druck vorhanden ist; auf diese Weise wird dann die schon vorgepreßte Luft durch den Kolbenhub noch mehr verdichtet, ohne übergroße Kraft zu beanspruchen. Durch Drehen der Druckschraube q kann man das Sicherheitsventil und somit die Spannung reguliren.

Das Umsetzen des Bohrers erfolgt in ähnlicher Weise wie bei Pochwerken durch die drehende Wirkung des Daumens auf den Hebeblock. Die Bohrerstange trägt an ihrem oberen Ende ein Schraubengewinde, welches sich in einer äußerlich sechskantigen Hülse dreht; diese geht durch das Kegelrad hindurch, welches mittelst eines Vorgeleges das Herausziehen oder stärkere Nachschieben des Bohrers gestattet. Da nun das Kegelrad die Drehung der Bohrerstange verhindert, so muß das an dem Hebeblocke angebrachte Vorschubrad z sich drehen und so den Bohrer automatisch in dem Maße vorschieben, als sich das Bohrloch vertieft und es die am Gestelle angebrachten radialen Vorsprünge gestatten.

Diese Maschine ist im Stande, ungefähr das Drei- bis Vierfache der Handarbeit zu leisten, und zwar aus dem Grunde, da das Drehen an der Kurbel minder anstrengend ist, als die Bedienung des Meißels bei der gewöhnlichen Handarbeit; auch ist die in der Minute ausgeführte Anzahl der Schläge größer und kräftiger, dieselben werden auch mit größerer Kraft geführt. Da jedoch zur Bedienung dieser Maschine immerhin zwei bis drei Mann erforderlich sind, so reducirt sich der materielle Vortheil wesentlich; er beträgt nur ungefähr ein Viertel mehr gegenüber der gewöhnlichen Handbohrarbeit.

Die etwas eingehendere Beschreibung dieser beiden Handbohrmaschinen genügt wohl vollkommen, um das Princip derselben zu verdeutlichen; wir sehen deshalb davon ab, noch weitere ähnliche Constructionen zu besprechen und wenden uns vielmehr den Bohrmaschinen mit Kraftbetrieb zu.

Begreiflicherweise stand die Wiege der Bohrmaschinen mit Kraftbetrieb nicht in den Stollen der Bergwerke, sondern in den großen Tunnelbauten, deren Ausführung durch diese Vorrichtungen, die nach und nach immer mehr verbessert und vervollkommnet wurden, eine wesentliche Beschleunigung erfuhren. Sie erst haben dem Tunnelbau jene großartige Ausgestaltung verliehen, in welcher er uns heute als ein ans Wunderbare grenzender Organismus vor Augen tritt.

Als der erste große Alpentunnel, jener am Mont Cenis, in Angriff genommen wurde — sagt Schweiger-Lerchenfeld in seinem hochinteressanten Werke »Vom rollenden Flügelrad« — lag es in der Natur der Sache, daß die technischen Kreise von der Frage angeregt wurden, ob es denn nicht möglich sei, die langwierige Handarbeit durch irgend eine maschinelle Einrichtung zu entlasten. Noch in der Zeit, da der belgische Ingenieur Heinrich Mauß sich mit dem Project eines Alpenüberganges mit Seilbetrieb beschäftigte, faßte er zum erstenmale den Gedanken, für die Bohrungsarbeiten sich der motorischen Kraft zu bedienen. Nicht Sommeillier, das »mechanische Genie« des Cenisunternehmens, sondern Mauß ist der Vater der Tunnelbohrmaschine. Beide hatten mit ihren Erfindungen nur die Rudimente zu einem Organe geliefert, welches erst von zweiter Hand ausgestaltet und in Thätigkeit gesetzt werden sollte. Die Unausführbarkeit des Mauß'schen Apparates lag vornehmlich darin, daß er zum Antriebe seiner Maschine die Wasserkraft benützen wollte, welche auf große Entfernung hin zur Maschine geleitet werden sollte. Auch über das anzuwendende Ventilationssystem war sich Mauß nicht ganz klar, obwohl er vorgeschlagen hatte, den Ventilationsapparat mit der Bohrmaschine in mechanische Verbindung zu bringen.

So lag die Sache bis vor Beginn des Jahres 1848. Das Mauß'sche Project fiel der Vergessenheit anheim und erst im Jahre 1855 trat der Genfer Professor Daniel Colladon mit der Idee an die Oeffentlichkeit, zum Betriebe eines die maschinelle Bohrungsarbeit besorgenden Apparates comprimirte Luft anzuwenden. Dieselbe sollte nicht direct vom Erzeugungsorte außerhalb des Stollens die Bohrmaschine in Bewegung setzen, sondern vielmehr von einem im Tunnel aufzustellenden Locomobil auf den Mechanismus übertragen werden. Ueber die Art, wie der erforderliche, ziemlich bedeutende dynamische Effect zu erzielen war, gab das Colladon'sche Elaborat keinen Aufschluß.

Die Frage der Gesteinsbohrung mit Bohrmaschinen war noch unerledigt, als im Jahre 1857 die Arbeiten am Mont Cenis begonnen wurden. Die Entscheidung erfolgte jedoch bald, als zur selben Zeit unweit von Genua mit den aus Belgien bezogenen Maschinen Bohrversuche angestellt wurden, welche die Möglichkeit der Anwendung von comprimirter Luft als Triebkraft selbst auf große Entfernungen, wie sie sich bei dem geplanten Tunnel ergaben, außer allen Zweifel setzten. Trotzdem war man erst im Jahre 1861 soweit, mit der Installation beginnen zu können. Die meisten principiellen Verbesserungen rührten von Sommeillier her. So setzte er beispielsweise an Stelle der Compressoren mit Wasser-

säulen, welche in Folge der mächtigen Erschütterungen dem Zerspringen ausgesetzt waren, Compressoren mit Pumpen, in welchen das Wasser zwischen den Kolben und der zu comprimirenden Luft blieb, durch welche Anordnung gleichzeitig, da das Wasser stets erneuert wurde, eine Erhitzung der comprimirten Luft in Wegfall kam.

Die Sommeillier'sche Maschine, welche zur Zeit selbstverständlich nur mehr ein historisches Interesse besitzt, arbeitete mit neun beweglichen Bohrern, von denen einige parallel mit der Achse, die anderen in divergirender Richtung gegen die



Bohrmaschine, System Someillier. Zu Seite 243.

Stollenbrust sich bewegten. Die Bewegung der Bohrer selbst war eine doppelte, und zwar eine stoßende und eine rotirende. An jedem Bohrer waren zwei bewegliche Röhren angebracht, die eine für die comprimirte Luft, die andere für das Wasser, welches in die Bohrlöcher eingespritzt wurde. Zur Bedienung dieser Maschine waren nicht weniger als 37 Personen erforderlich. Bei jedem Angriffe auf die Stollenbrust wurden durchschnittlich acht Löcher von 75—80 Cm. Tiefe gebohrt. Der durchschnittliche Fortschritt auf beiden Angriffspunkten des Tunnels betrug im Tage 3—4 Meter, das Maximum über 5 Meter.

Es ist begreiflich, daß in dem Jahrzehnt, in welchem die Sommeillier-schen Maschinen am Mont Cenis arbeiteten, die Techniker hinlänglich Zeit fanden, um Versuche über Verbesserungen an diesen wichtigen Hilfsmitteln des Tunnelbaues anzustellen. Als die Unternehmung der Durchbohrung des Gotthard perfect ge-

worden war, gab es bereits mehrere Systeme von Bohrmaschinen, welche der Verwerthung und der Anwendung harrten.

Zwar hatte Louis Favre sich der italienischen Regierung gegenüber verpflichtet, alle jene am Mont Cenis benützten Maschinen sammt Zubehör zu erwerben, und wurden 88 solche Maschinen zur Stelle geschafft. Benützt wurden sie aber niemals, denn an ihre Stelle traten die neuen Constructionen von Ferroux, Dubois-François und Mac-Kean. Die Ferroux-Maschine, im Großen und Ganzen jener von Sommeillier ähnlich, zeichnet sich durch besonders solide Construction und leichte Handhabung aus, sie arbeitet automatisch, unterscheidet sich also wesentlich von der Dubois-François-Maschine, bei welcher das Vorrücken gegen die Stollenbrust durch Menschenhand mittelst Kurbel und Zahnrad an einer unten angebrachten Schraubenspindel bewerkstelligt werden muß. Beide Maschinen erfordern die gleiche Anzahl von Bedienungsmannschaft und arbeiten auch gleich schnell; der Arbeitseffect ist aber, wie selbstverständlich, bei der automatisch vorrückenden Ferroux-Maschine ein bedeutend größerer; dagegen consumirt die Ferroux-Maschine bei jedem Kolbenstoße 2·3 Liter, die Dubois-François-Maschine nur 1·6 Liter comprimirte Luft. Später stellte Ferroux eine verbesserte Maschine in Betrieb, dieselbe erzielte mit einem 35 Mm. starken Bohrer bei einer Luftspannung von sechs Atmosphären Ueberdruck und 600 Schlägen in der Minute ein 6 Cm. tiefes Bohrloch. Die wesentliche Verbesserung bei der neuen Construction bestand darin, daß das Setzen des Bohrers und die Steuerung nicht mehr durch einen getrennten Mechanismus bewerkstelligt wurden, sondern mit der Bohrmaschine in organischem Zusammenhange standen. Diese Maschinen trugen über alle anderen den Sieg davon, wodurch nach und nach alle anderen am Gotthard eingestellten Maschinen außer Betrieb gesetzt wurden.

Einen neuen Abschnitt in der Entwicklung der Bohrtechnik inaugurirte das Arlbergunternehmen. Zunächst ist hervorzuheben, daß am Arlberg die dem maschinellen Betriebe vorausgegangene Handarbeit einen durchschnittlichen Tagesfortschritt pro Ort von 1·65 Meter, oder 3·3 Meter zusammen erreichte, also so viel, als am Mont Cenis der Maschinenbetrieb, weil es sich hier um Kalk, dort aber um Urgebirge handelte. Am Arlberg waren bereits die Ferroux-Maschinen in Aussicht genommen, als es dem Hamburger Ingenieur Alfred Brandt gelang, Beweise der Leistungsfähigkeit seiner hydraulischen Drehbohrmaschine am Gotthard zu erbringen. Wenn auch die Erfolge Brandt's am Pfaffensprungtunnel weit hinter jenen zurückgeblieben waren, welche seine Concurrenten Ferroux und Seguin erzielt hatten, entschloß man sich trotzdem, Brandt's Maschine zum Wettkampfe am Arlberg zuzulassen. So trat das System Ferroux (Percussionsbohrung mit comprimirter Luft) auf der Ostseite, die hydraulische Bohrmaschine auf der Westseite des Arlbergtunnels in Action.

An diesen kurzen historischen Ueberblick über die Entwickelung der Bohrmaschinen selbst wollen wir nun eine Besprechung der wichtigsten Systeme derselben knüpfen.

Wenn wir von der treibenden Kraft, als welche Dampf, comprimirte Luft, Wasser oder Elektricität dienen kann, absehen, lassen sich zwei große Gruppen von Bohrmaschinen unterscheiden, und zwar Stoßbohrmaschinen und Drehbohrmaschinen, die letzteren unterscheiden sich wieder in solche, bei welchen der Bohrer sehr rasch rotirt, aber nur einen geringen Druck auf das Gestein ausübt, und solche, bei welchen der Bohrer stark auf das Gestein gepreßt wird, aber nur langsam rotirt. Die letzteren sind die hydraulischen Bohrmaschinen (System Crampton, Brandt), die ersteren die Diamantbohrmaschinen, bei welchen die stählernen Köpfe der Bohrer mit schwarzen Diamanten besetzt sind.



Bohrmaschine, System Ferroux. Zu Seite 246.

Dampfkraft wird nur mehr in den seltensten Fällen zum Antriebe von Bohrmaschinen verwendet, da damit verschiedene Uebelstände verbunden sind. So ist es einerseits schwierig, den Dampf ohne beträchtliche Verluste durch Abkühlung auf weitere Strecken zu leiten, es muß daher der Dampfkessel sich in der Nähe der Bohrmaschine befinden, wodurch nicht nur Wärme abgegeben, sondern die Arbeiter auch durch den Rauch belästigt werden. Ueberdies entsteht durch den Auspuff des Dampfes stets eine Condensation von Wassertröpfchen, welche sich höchst unangenehm bemerkbar macht. Von allen diesen Nachtheilen ist die Anwendung comprimirter Luft zum Antriebe der Bohrmaschinen frei, im Gegentheile sind damit noch verschiedene Vortheile verbunden, deren wesentlichster darin besteht, daß durch die auspuffende comprimirte Luft nicht nur für eine Erneuerung der Luft gesorgt wird, sondern diese gleichzeitig auch eine Abkühlung erfährt.

Die comprimirte Luft wirkt in den Bohrmaschinen in gleicher Weise wie Dampf, die Compressionspumpen, welche zu ihrer Erzeugung Anwendung finden,

sind ähnlich construirt wie die bekannten Cylindergebläse. Die von ihnen gelieferte Preßluft gelangt zunächst in ein Gefäß, in welchem sie durch den Druck einer 50 Meter hohen Wassersäule ununterbrochen bei einer Spannung von 5 Atmosphären erhalten wird. Eine Röhrenleitung vermittelt dann die Zuführung dieser Luft zu den Bohrmaschinen.

Die Abbildung auf Seite 245 stellt die Percussionsbohrmaschine von Ferroux dar, die Wirkungsweise selbst geht aus untenstehender Abbildung hervor. Die aus den Compressoren durch Röhrenleitungen zur Arbeitsstelle im Tunnel geführte comprimirte Luft hat dort alle »Luftmaschinen« zu betreiben, das heißt sie muß die Vor- und Rückwärtsbewegung des Bohrwagens, das Vorstoßen, Drehen und Rückziehen der Stoßbohrer besorgen, sowie auch das Vorschieben derselben in dem Maße, als die Bohrlöcher tiefer werden. Eine Maschine, welche einer Dampfmaschine ähnlich gebaut ist, wird durch die comprimirte Luft betrieben und setzt die Welle w, auf welcher das schiefe Rad r aufgekeilt ist, in Umdrehung. Da in den Schieberkasten k comprimirte Luft geleitet wird, so strebt diese, den Schieber s nach rechts zu schieben; letzterer sitzt mit seiner Schieberstange g auf dem schiefen Rade r auf.

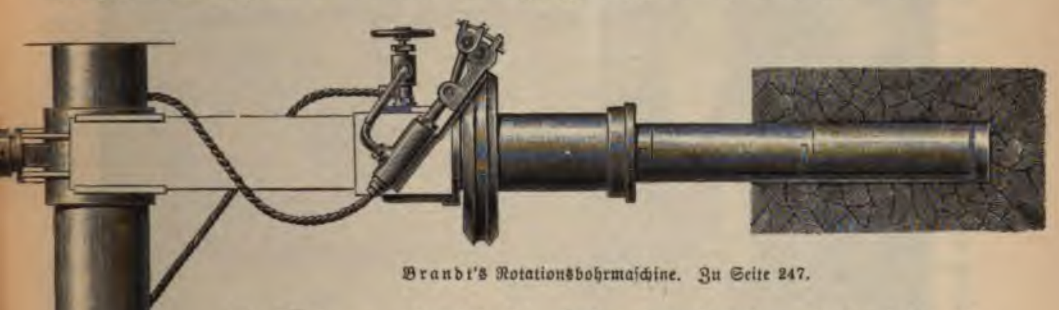


Detail zur Bohrmaschine von Ferroux. Zu Seite 246.

Die Figur stellt den Schieber in seiner Endstellung auf der linken Seite dar; hierbei kann die comprimirte Luft durch den Canal c hinter den Kolben k des Stoßbohrers treten und diesen kräftig vorwärts stoßen. Die comprimirte Luft kann allerdings gleichzeitig auch in den Cylinder vor dem Kolben gelangen, da die Schieberkammer mit dem Cylinder vorne in Verbindung steht, doch wirkt hier die comprimirte Luft nur auf den schmalen ringförmigen Raum des Kolbens, der zwischen der Bohrstange und der Cylinderwand übrig bleibt, während er hinter dem Kolben auf die ganze große Rückfläche desselben drückt. Somit wird der Bohrer auf jeden Fall mit großer Kraft vorwärts gestoßen. Inzwischen hat aber das Rad r eine halbe Umdrehung gemacht, so daß nunmehr die Schieberstange auf dem schmälsten Theile des Radumfanges aufruht, wodurch der Schieber selbst in seine Endstellung nach rechts gelangt ist. In dieser sperrt er den Canal c ab und setzt den Hohlraum des Schiebers mit dem mit der äußeren Luft in Verbindung stehenden Hohlraume der Cylinderwand in Verbindung, so daſs nunmehr in den auf diese Weise miteinander verbundenen Räumen der Luftdruck auf eine Atmosphäre herabgesetzt, d. h. dem äußeren Luftdrucke gleichgemacht wird. Auf die ringförmige Fläche auf der Vorderseite des Kolbens drückt aber noch comprimirte Luft und veranlaßt daher den Bohrer zu langsamem Rückgange. Hat nun aber

inzwischen das Rad r wieder eine halbe Umdrehung gemacht, so ist dadurch der Schieber abermals nach links geschoben und mithin der comprimirten Luft der Weg neuerdings durch c geöffnet worden, wodurch ein abermaliges Vorstoßen des Bohrers bewirkt wird. Gleichzeitig wird derselbe nach jedem Stoße automatisch um einen kleinen Winkel gedreht, umgesetzt.

Die Brandt'sche Rotationsbohrmaschine wird durch Wasserkraft betrieben, sie besteht aus dem Preßcylinder, aus zwei Wassersäulenmaschinen und der Bohrstange mit dem Bohrer. Das Bohren geschieht, indem der an der Schneidefläche sägezahnförmige konische Kernbohrer, welcher an der Bohrstange befestigt ist, durch den Preßcylinder unter hohem Druck gegen das Gestein gepreßt und durch die Wassersäulenmaschinen in rotirende Bewegung versetzt wird; durch den Druck und



Brandt's Rotationsbohrmaschine. Zu Seite 247.

die Drehung zerbröckeln die Zähne das Gestein und bewirken die Vertiefung des Bohrloches. Die Maschine preßt den Bohrer mit einem Drucke von 80 Atmosphären gegen das Gestein und macht pro Minute zehn Umdrehungen; das Wasserquantum, welches zum Betriebe erforderlich ist, beträgt pro Minute 50 Liter.

Die großen Vortheile der Brandt'schen Rotationsbohrmaschine sind die ruhige, alle Stöße vermeidende Arbeit, das leichte Festklemmen vor Ort und, wenn das natürliche Gefälle vorhanden ist, der billige Motor; wo kein natürliches Gefälle den hohen Wasserdruck beschafft, müssen Dampfmaschinen, Pumpen oder Accumulatoren denselben erzeugen.

Bei dem großen Aufschwunge, welchen in den letzten Jahren die Umwandlung in der Natur vorhandener Kräfte, besonders der Wasserkraft in elektrische Energie, genommen hat, und der Möglichkeit, dieselbe auf weite Strecken in dünnen Drähten zu übertragen, um sie an Ort und Stelle wieder als mechanische Kraftäußerung auftreten zu lassen, machen es begreiflich, daß man bestrebt war, diese Kraft auch zum Antriebe von Gesteinsbohrmaschinen anzuwenden, und zwar, wie wir gleich bemerken wollen, mit vollem Erfolge. Und in der That ist es auf jeden Fall auch die bequemste Art und Weise, die erforderliche Kraft in einem dünnen Drahte nach der Verbrauchsstelle zu leiten, sie dort in mechanische Energie umzuwandeln und diese auf die Bohrmaschine, beziehungsweise den Bohrer, wirken zu lassen. Dazu kommt noch, daß die jüngsten Errungenschaften der Elektrotechnik es gestatten,



Elektrischer Gesteinsbohrer von Taverdon. Zu Seite 249.

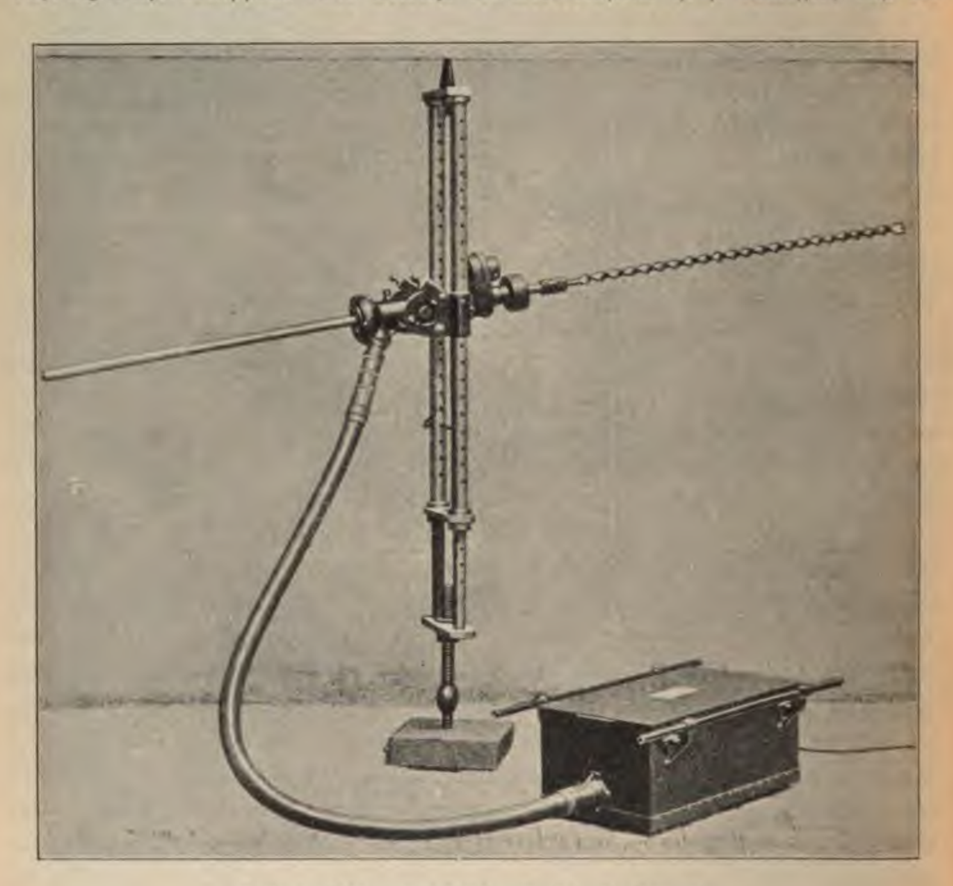
auf sehr einfache Weise mit Hilfe des elektrischen Stromes eine drehende Bewegung hervorzurufen, also gewissermaßen die Kraft direct auf den Bohrer zu übertragen und diesen in Umdrehung zu versetzen.

Eine Gesteinsbohrmaschine älteren Systemes mit elektrischem Antriebe ist auf Seite 248 abgebildet, es ist dies die Bohrmaschine von Taverdon.

Zur Erzeugung von Bohrlöchern in hartem Gesteine wendet man gegenwärtig bei den Rotationsbohrmaschinen entweder sägeförmig gestaltete Bohrer aus sorgfältig gehärtetem Stahl an oder solche, welche mit Diamanten besetzt sind. So besteht beispielsweise Leschot's Bohrkopf aus einer cylindrischen eisernen Hülse, deren vorderes Ende acht schwarze Diamanten trägt, von welchen vier an der Innen- und vier an der Außenseite befestigt sind. Die Befestigung selbst, durch eine einfache Fassung hergestellt, ließ jedoch viel zu wünschen übrig und führte oft zu einem Ausbrechen der Steine. Statt die Steine, wie es bei dieser Art der Befestigung nicht anders sein kann, nur an einzelnen Stellen zu fassen, befestigt man dieselben durch Löthung. Da aber die Diamanten nicht direct verlöthet werden können, versieht sie Taverdon auf galvanoplastischem Wege mit einem ganz dünnen Ueberzuge von Kupfer, welcher dann das Verlöthen gestattet. An jenen Stellen, an welchen der Diamant mit dem Gesteine in Berührung kommt, reibt sich die dünne Kupferschicht selbstverständlich sofort ab. Bei der Taverdon'schen Maschine sind sowohl die eigentliche Bohrmaschine als auch der Motor auf getrennten Wagen befestigt. Der Bohrer ist an einer Muffe, die an einer Säule auf- und abwärts geschoben werden kann, drehbar befestigt, damit ihm jede erforderliche Höhe und Richtung gegeben werden kann. Die Feststellung der Tragsäule erfolgt durch eine oben angebrachte Schraube, welche sich durch Herausdrehen gegen den First des Stollens preßt. Der Bohrkopf erhält seine rotirende Bewegung durch einen Rollenmechanismus, der in einer am entgegengesetzten Ende der Bohrmaschine angebrachten Büchse eingeschlossen ist. Als Motor oder secundäre Maschine wird eine Gramme'sche Maschine verwendet, von deren Riemenscheibe aus das Triebseil über eine Rolle mit horizontaler Achse (zum Betriebe der Wasserpumpe) und eine verstellbare Rolle zur Bohrmaschine läuft. Auf dem Wagengestelle der secundären Maschine ist auch ein Windkessel nach Art jener, welche bei Feuerspritzen verwendet werden, angebracht, durch welchen Wasser unter Druck dem Bohrer zugeführt wird. Der in das Bohrloch eingeleitete Wasserstrahl hat den Zweck, den Bohrschmand zu entfernen.

Die neueren Systeme der mittelst Elektricität betriebenen Gesteinsbohrmaschinen zeichnen sich durchwegs durch eine weitaus einfachere Construction, sowie durch einen sinnreichen Zusammenbau des Elektromotors mit der eigentlichen Bohrvorrichtung aus. Besonderer Beliebtheit erfreuen sich die Constructionen der Actiengesellschaft Siemens & Halske, und in der That ist bei diesen die Verwendung des elektrischen Stromes zum Betriebe der Bohrmaschinen für Bergwerkszwecke in mustergiltiger Weise gelöst.

Die Drehbohrmaschinen der genannten Firma sind an einer Schraubenspannsäule befestigt, der Antrieb erfolgt mittelst einer biegsamen Welle von einem einpferdigen Elektromotor aus, welcher sich in einem soliden Schutzkasten befindet. Die biegsame Welle läßt sich sowohl vom Motor wie auch von der Bohrvorrichtung leicht abkuppeln. Das Gewicht des Motorkastens ist so bemessen, daß der



Drehbohrmaschine mit elektrischem Antrieb. Zu Seite 250.

Transport bequem von zwei Mann ausgeführt werden kann; Bohrmaschine und Welle lassen sich leicht von einem Manne handhaben. Die Drehbohrmaschine eignet sich besonders für mildes Gestein, wie z. B. Salz und Minette; sie ist mit einstellbarem, selbstthätigem und selbstregelndem Vorschub versehen. Unter Anwendung zweier verschieden langer Bohrer können Löcher bis über 2 Meter Tiefe gesetzt werden.

Bei den Stoßbohrmaschinen wird der Stoßbohrer unter Zwischenschaltung starker Federn und unter Anwendung eines Schwungrades durch eine Kurbel in

Bewegung gesetzt, die in der gleichen Weise ihren Antrieb erhält wie bei der Drehbohrmaschine. Der Vorschub des Bohrers geschieht in der Regel von Hand, kann jedoch auch selbstthätig erfolgen. Um ein Loch fertig bohren zu können, ohne die Aufstellung der Maschine verändern zu müssen, werden die verschieden langen Bohrer durch eine Aussparung in der Maschinenachse von rückwärts eingeführt und durch einen Keilverschluß befestigt. Diese besonders für härteres Gestein geeignete Stoßbohrmaschine der Actiengesellschaft Siemens & Halske ist im Stande, bei einem Kraftverbrauch von einer effectiven Pferdestärke in festem Granit oder Quarz in einer Minute ein Loch von 35 Mm. Durchmesser und 8 bis 10 Cm. Tiefe zu bohren. Die größte Tiefe der Bohrlöcher, die erreicht werden kann, beträgt fast 2 Meter. Die Maschine selbst ist an einer hydraulischen Spannsäule befestigt; das Heben und Senken wird durch einen kleinen Flaschenzug erleichtert. Gleich der Drehbohrmaschine kann auch diese Construction ohne Mühe in die einzelnen Theile — Maschine mit Säule, Schwungrad, biegsame Welle und Motorkasten — zerlegt werden, zwei Mann vermögen sie dann leicht zu transportiren.



Stoßbohrmaschine mit elektrischem Antriebe. Zu Seite 251.

In ebenso einfacher Weise wie der Transport dieser Bohrmaschinen erfolgt auch ihre Verbindung mit der Stromzuführung. Zu diesem Zwecke wird die fest verlegte Leitung, welche von der Primärstation kommt, bis zu einem der Bohrstelle nahen Wandanschlußkasten geführt, der durch ein an seinem freien Ende mit einem Anschlußstöpsel versehenes kurzes Verbindungskabel mit einer Kabeltrommel*) verbunden wird, welche etwa 60 Meter biegsames Kabel abrollen läßt.

*) Siehe auch die Abbildung »Kabeltrommel für elektrisch betriebene Bohrmaschinen« auf Seite 179.

Das freie Ende dieses Kabels wird dann mit dem Motorkasten der Bohrmaschine, von welchem aus die biegsame Welle nach der Bohrmaschine führt, verbunden. Vor dem Schießen wird das Kabel durch Aufwickeln zurückgezogen. Sind die Arbeiten genügend weit vorgeschritten, so wird die feste Leitung verlängert und der Anschlußkasten näher an den Ort herangerückt.



Anschluß einer Bohrmaschine mit elektrischem Antriebe in den Strecken des Salzbergwerkes Neu-Staßfurt. Zu Seite 251.

Schließlich wollen wir noch die Drehbohrmaschine von Crampton erwähnen, welche versuchsweise bei Herstellung des Probestollens an dem projectirten Riesentunnel unter dem Aermelcanal in Action trat. Der Mechanismus derselben besteht aus einer Scheibe von 2 Meter Durchmesser, welche auf ihrer vorderen Fläche mit 70 sehr scharfen Meißeln ausgerüstet ist. Wird diese Scheibe mittelst Wasserkraft in Drehung versetzt, so schürfen die Meißel das Gestein ab, wobei die losgelösten Theile in kleine, an der Rückseite der Scheibe angebrachte Behälter fallen, deren Inhalt in eine geneigte Rinne entleert wird. Zum Betriebe dieser Maschine, wie sie für die Versuchsstrecke des Canaltunnels in Anwendung kam, war eine Dampfmaschine von 925 Pferdekräften erforderlich, von denen 500 zum Betriebe der Pumpen nöthig waren, welche den Brei zu entfernen hatten. Die Scheibe des Mechanismus vollführte zehn Umdrehungen in der Minute, so daß die äußeren, von der Achse am entferntesten liegenden Meißel sich mit einer Geschwindigkeit von 350 Meter pro Minute bewegten.

Diese kurze Darstellung der wichtigsten Systeme der Bohrmaschinen wird wohl genügen, um sich von der Construction, sowie der Wirkungsweise derselben ein anschauliches Bild machen zu können. Wir verlassen daher dieses gewiß hoch

interessante Thema, welches so recht darthut, in welch genialer Weise der Mensch selbst die schwierigsten Hindernisse zu überwinden vermag und die Naturkräfte in seine Dienste stellt, und wenden uns einem anderen, nicht minder interessanten und für den Bergmann wichtigen Gebiete zu, nämlich den verschiedenen Sprengmitteln, auf deren Bedeutung für den Bergbau wir schon wiederholt hinzuweisen Gelegenheit genommen haben.

Bei der eminenten Bedeutung, welche die Sprengmittel für den Bergbau erlangten, ist es aber gewiß nicht nur von hohem Interesse, deren Wesen, Wirkung



Drehbohrmaschine mit elektrischem Antriebe im Salzbergwerke Neu-Staßfurt. Zu Seite 251.

und Zusammensetzung näher zu betrachten, sondern vorerst auch zu sehen, wie sich dieselben nach und nach Eingang in den Bergwerksbetrieb verschafften und immer allgemeiner zur Anwendung gelangten, wie dieselben immer mehr verbessert und den Zwecken des Bergmannes angepaßt wurden. Da aber Jahrhunderte hindurch dem Bergmanne kein anderes Sprengmittel zu Gebote stand, als das Schwarzpulver, so wird eine Geschichte der Sprengarbeit nothwendigerweise hauptsächlich eine Geschichte des Schießpulvers sein müssen. Ueber dieses Thema hat Oscar Guttmann ausgezeichnete Studien angestellt und die Ergebnisse seiner Forschung, welche sich in erster Linie auf alte Urkunden stützen, in seinem Handbuche der Sprengarbeit veröffentlicht. Diese Darstellung ist einerseits so anziehend, andererseits aber derart erschöpfend, daß wir im Nachstehenden uns der Hauptsache nach an dieselbe halten wollen.

Die Erfindung des Schießpulvers, fälschlich einem sagenhaften Mönche Berthold Schwarz, auch Bertholdus Niger und Anklitzen genannt, von Anderen wieder einem Typsilos und einem Altiral, dann aber auch den Chinesen, Indiern, Arabern u. s. w. zugeschrieben, ist nach den Untersuchungen Guttmann's nicht plötzlich erfolgt, sondern es hat das lang bekannte »griechische Feuer« allmählich solche Zusätze bekommen, welche endlich zwischen den Jahren 1310 und 1320 zur Entdeckung der treibenden Eigenschaften einer so vervollkommneten Mischung und damit zum Schießpulver führten.

Drei Jahrhunderte hindurch wurde das Schießpulver ausschließlich in Waffen verwendet. Noch im Jahre 1617 schrieb Löhneyß: »Auff den schneidigen Göngen arbeitet man mit Keilhawen / Auff den festen aber mit Bergkeisen und Handfeustel« / .... »Auff dem festen Gestein im hangendem / arbeitet man mit stärkeren vnd größeren Bergkeisen / dann man verfähret die Gänge gemeiniglich im hangenden / Auff den gar festen Gestein setzt man mit Fewer.« Dies beweist, daß die angebliche Erfindung der Sprengarbeit im Jahre 1613 durch Martin Weigold oder Weigel in Freiberg nicht zutreffend ist.

Selten wird eine Erfindung plötzlich gemacht. Auch die Sprengarbeit scheint sich langsam vorbereitet zu haben. Im »Bergwerkschatz« von Elias Montanus (Frankfurt a. M. 1622) findet sich unter der Ueberschrift: »Vom Brech-Zeuge. De pvlta«, die Schilderung einer kupfernen Kugel mit einem Loche von der Dicke eines großen Federkieles, welche, mit »gutem Büchsen-Pulver« gefüllt, mit in Salpeter gesottener Baumwolle umkleidet, in eine Schmelze von Pech und Schwefel getaucht und angezündet in den Schacht oder Stollen geworfen wird, um durch ihr »Abgehen« den vom Feuersetzen angesammelten Rauch herauszutreiben. Dabei wird aber empfohlen, die Grubengebäude vorher wohl zu prüfen, »damit man ihn nicht schaden thut, denn es reißet auch ein wenig mit«. Auch soll man sie zur Befahrung alter Gruben benutzen, indem die Kugel als Vorläufer gesendet wird, »damit man erfahre, ob auch was brechen will«.

Es liegt nahe anzunehmen, daß dieses »Mitreißen« und »Brechen« Veranlassung wurde, später einmal Pulver unmittelbar in vorhandene Spalten zu geben und seine Wirkung darin durch geeignete Mittel zu erhöhen. In der That weisen die alten Nachrichten darauf hin, daß man ursprünglich natürliche und künstliche Spalten benützte und nach ihrer Ladung mit Holzpflöcken verkeilte. Die Herstellung eigener Bohrlöcher wurde erst zu einer späteren Zeit ersonnen.

Zweifellos war Caspar Weindl der Erfinder der Sprengarbeit und am 8. Februar 1627 brachte er im Oberbiberstollen von Schemnitz in Ungarn die erste bekannte Sprengung zur Ausführung. Guttmann, welcher in das betreffende Protokoll des Schemnitzer Berggerichtsbuches aus dem Jahre 1627 Einsicht genommen hat, führt die auf diese Thatsache hinweisende Stelle wörtlich an. Dieselbe lautet:

»Adi. 8. Februari, dits 1627 Jars, hat die Gancz Löblich Gewerkschafft beim hauptperkhwerch Ober Piberstolln, Ihr kai: Mai: perggericht zur Schembnitz

zur Einfahrt wegen des Casper Weindlß Sprengwerch solches in Augenschein zunemen, ob es dem Gezimmerwerch durch daß schießen schedlich sein mechte, in beratschlagung zu ziehen begrueßt, Ueber solchem eingenomenen Augenschein, vnd in Gegenwart der Anbtleut, Sowol des Perggerichts, besehenen Schuß hat sichs befunden, daß dieses Sprengwerch wol fürzunemen sei, vnd nichts schedlichs causirn werde, ob zu Zeitten gleich ein Rauch entstehet, vergeet er doch in ainer Viertl Stundt, vnd ist den hewern ohne schaden, nimbt auch viel böses Wetter mit sich wegkh, Aber offt zu schießen, würde es nit thuen, denn es würde die andern khüren im Arzthauen — vnd Geföl, wenn Sie offt sollen stilhalten, verhintern, Aber für Rathsamb wär, die weillen im Danielschlag schöne Anbrüch vorhanden, die aber Zimblich fesst, doch keine heüer die man zelegen mechte vorhanden sein, daselbst: So wol in den Schächten- vnd Stolwenten auf der Soolen, ließ sich daß Sprengwerch gar wol an.«

»Weiter ist damallen Caspar Sprenger (diesen Beinamen behielt Weindl in der Folge) befragt worden, ob er diese Oertter im Danielschlag wollte zu Lehenschafft annemben, Weil das ainczige Ortt im tiefffsten, den Vncosten mit dem Sprengen nicht ertragen würde, hierüber meldt solcher, wenn man Jme 40 oder 50 guette Heuer gibt, So traue er Jhme dis Oerter gar wol mit der Herrn Gewerckhen guetten Nuczen zu Lehenschafft anzunemben.«

»Auf solch sein erpieten wird Jme Caspar darauf geantwort:

»Weil im Tieffisten viel Oertter aus Mangel Heier feiern müssen vnnd dits Orts allein ein 40 Heier von Nöten, vnd sein doch keine vorhanden, ob man nit Mitl haben könne, Sovil Heier etwo von andern Ortten herzubringen.«

»Darauf meldt Caspar, wann man den Uncossten, der darauf geen würde nit ansehen, noch Sparen wolt, vnnd Jme ainen Paßbrieff von Jhr Kai: Mai: ausbringen vnd ertailen würde, trauet er Jme gar wol auß Tyroll ain anzoll guetter Heier, zu Notturfft an solche Oertter als in das Tieffeste, Danielschlag, hinternkünsten, Schächten, Stolwant, an der Sol: vnnd andere Oertter zuezuweitten, vnd ins werkh zusetzen, herein zu bringen.«

»Souil thuet das kaiserlich Perggericht ain Gancze Löbliche Gewerckhschaft berichten, welche ohne maßgeben auf solcher verern beratschlagungen des Caspar Sprengers Zuesagen: Vnnd erpietten ins Werckh zuseczen wissen werden, Datum Schembnicz den 16. Februari A. 1627, Geörg Putscher Pergkmaister, Caspar Pistorius, Chri: Spilberger Perggerichtsschreiber.«

Caspar Weindl war aus Tirol nach Schemnitz gekommen und offenbar früher auf den in Tirol befindlichen Bergwerken des Grafen Montecuccoli, damaligen Oberstkammergrafen von Schemnitz, in Arbeit gestanden. Ob Weindl schon in Tirol die Sprengarbeit erfand und vielleicht deshalb nach Schemnitz berufen wurde, ist eine Frage, zu deren Beantwortung Guttmann bisher keine Quellen auffinden konnte.

Von Schemnitz aus wurde die Sprengarbeit in weiteren Kreisen bekannt und zunächst nach Böhmen und dem Harze eingeführt. Rößler's »Hellpolirter Berg-Bau-Spiegel« (1700) führt an:

»Das Schießen ist vormals a. 1627 aus Ungarn in Deutschland hereinkommen / uffn Größlaß (das heutige Graslitz) sodann nach dem Harzgebirge gebracht worden / von welchen Orten es sich allenthalben ausgebreitet hat.«

Diese Ausbreitung hat jedoch, wie Guttmann weiter ausführt, nicht so rasch stattgefunden, als man annehmen sollte. v. Born führt an, daß er in Dilln bei Schemnitz große Bohrlöcher mit der eingehauenen Jahreszahl 1637 fand. Erst 1632 führte man nach Calvör die Sprengarbeit in Clausthal ein, 1645 nach Hoppe in Freiberg, 1670 durch deutsche Bergleute in England, 1724 in Schweden, und im Salzbergwerke von Aussee sogar erst 1768. Noch 1670 konnte Eduard Brown, ein englischer Arzt, welcher die meisten deutschen und österreichischen Bergwerke besuchte und beschrieb, von Herrngrund bei Neusohl (Ungarn) erstaunt berichten: »Und wiesen sie mir einen Ort / allwo gleichwohl das Gesteine so hart war / daß es durch keines von ihren Werkzeugen konnte gewonnen werden: / sie hatten aber gleichwohl endlich Raht gefunden / vermittelst des Büchsen Pulvers / damit sie gewisse lange runde Lücher in den Felsen dicht angefüllet / und denselben also gesprenget hatten.«

Als man zur Herstellung von Bohrlöchern überging, da machte man dieselben mit Kronenbohrern und recht groß, bis zu 70 Mm. Weite, und verkeilte sie mit einem hölzernen Pflocke, dem Schießpflocke. 1683 wurde (durch Henning Hutmann) eine Art Maschinenbohrung, 1685 der Lettenbesatz, 1686 die Schießröhrchen, 1689 Patronen aus Papier statt wie bis dahin aus Leder, 1717 engere Bohrlöcher, 1749 der Meißelbohrer, 1767 (in Zinnwald) das Schießen aus dem Ganzen, 1790 (durch Alexander v. Humboldt) das Hohlladen, 1823 (durch Harris) die elektrische Zündung, 1831 (durch Bickford) die Sicherheits-Zündschnur und 1854 (durch Brunton und Bartlett) die Bohrung mit comprimirter Luft angewendet.

Bis zum Jahre 1854, also 227 Jahre lang, blieb das Schießpulver unbestrittener Alleinherrscher auf dem Gebiete der Sprengarbeit, aber die kurze, seither verstrichene Zeit hat genügt, um es nahezu vollständig aus dem Felde zu schlagen.

Das erste Sprengmittel, welches begann, dem Schießpulver Concurrenz zu machen, war die Schießbaumwolle, welche nahezu gleichzeitig von Schönbein in Basel und Böttger in Frankfurt in den Jahren 1845 und 1846 entdeckt wurde. Aber erst im Jahre 1853 entschloß man sich, und zwar auf Betreiben des nachmaligen Feldmarschall-Lieutenants Baron v. Lenck, zu Hirtenberg in Oesterreich eine Schießwollfabrik zu errichten, deren Erzeugnisse als Kriegsmateriale Verwendung finden sollte. Die Herstellungsverfahren waren damals jedoch sehr unvollkommen, so legte man ein zu geringes Gewicht auf die sorgfältige

Befreiung der Schießbaumwolle von der ihr von der Darstellung noch anhaftenden Säure, und dies war die Ursache, daß zu verschiedenen Malen große Mengen Schießwolle ohne äußeren Anlaß explodirten. Im Jahre 1865 gab man daher die Erzeugung der Schießwolle in Oesterreich ganz auf und kehrte zu dem alten und bewährten Schwarzpulver zurück. Dem englischen Kriegschemiker Sir Frederik A. Abel gelang es jedoch, ein Verfahren aufzufinden, nach welchem eine vollständige Reinigung der Schießwolle möglich war, und auf diese Weise ein vollkommen haltbares Product herzustellen, welches ziemlich ausgedehnte Anwendung fand und noch heute, abgesehen von seiner Verwendung zur Darstellung des rauchschwachen Pulvers und der Sprenggelatine, zu Kriegszwecken, besonders im comprimirten Zustande zur Ladung von Torpedos gebraucht wird.

Bald erwuchs jedoch auch der Schießbaumwolle, welche durch ihre hohe treibende Kraft das Schwarzpulver weit hinter sich ließ, ein weiterer Concurrent, und zwar in dem von Sobrero im Jahre 1846 entdeckten Nitroglycerin. Allerdings kam dasselbe lange Zeit nicht in der Praxis in Verwendung, vielmehr diente es unter dem Namen Glonoin in verdünnter alkoholischer Lösung gegen Kopfschmerz, und selbst als man daran ging, die diesem Körper innewohnende eminente Sprengwirkung auszunützen, schreckte man ursprünglich vor dessen Gefährlichkeit zurück.

Erst dem schwedischen Chemiker Alfred Nobel war es vorbehalten, dasselbe als Sprengmittel vollkommen anwendbar und bei vorsichtiger Handhabung geradezu ungefährlich zu machen. Er erreichte dies, indem er das so gefährliche Nitroglycerin von einem indifferenten Körper, als welcher sich Kieselguhr am besten bewährte, aufsaugen ließ; dieses Product wurde im Jahre 1867 unter dem Namen Dynamit in Verkehr gebracht.

Nobel setzte jedoch seine Versuche fort, und im Jahre 1878 gelangte er zu dem für die Praxis höchst bemerkenswerthen Resultate, daß unter bestimmten Bedingungen hergestellte Schießbaumwolle im Stande ist, bis zur fünfzigfachen Menge ihres Gewichtes Nitroglycerin aufzunehmen, wobei sie sich in eine zähe, hornartig-gallertige Masse verwandelt. Diesem Producte ertheilte Nobel den Namen Sprenggelatine, und diese ist gegenwärtig noch immer der kräftigste Explosivstoff der Praxis; durch geeignete Zusätze lehrte Nobel daraus die Gelatinedynamite darstellen, welche heute die verbreitetsten und bewährtesten Sprengstoffe darstellen.

Die erste größere Sprengarbeit, welche überhaupt zur Durchführung gelangte, war der Malpastunnel beim Canal von Langedoc im Jahre 1679, und im Jahre 1696 wurde der erste Weg am Bergüner Steine im Abulapasse durch Sprengung hergestellt. Von eigentlichen Straßenbauten begannen die über den Semmering 1728, über den Brenner 1772, über den Arlberg 1797 und über den Simplon 1801. Während die großen Erbstollen in Schemnitz und Bleiberg über ein Jahrhundert lang mit Pulver mühsam vorwärts kamen, wurde mit Dynamit und

Maschinenbohrung in den letzten zehn Jahren mehr geleistet, als in der ganzen vorhergegangenen Zeit. Die großen Tunnels vom Mont Cenis, Gotthard und Arlberg, die zahllosen Eisenbahnen, welche in wenigen Minuten entlegene Städte verbinden, die außerordentliche Entwickelung der Eisen- und Kohlenwerke, und durch sie der Maschinen, Bauten und der Industrie überhaupt, sind sozusagen erst dadurch ermöglicht worden, daß die Sprengarbeit einen so ungeheuren Aufschwung nahm, und zweifellos hat sie an den großen Fortschritten der Civilisation in den letzten Jahrzehnten einen ganz bedeutenden Antheil.

Schließlich müssen wir bei dieser historischen Betrachtung auch jener Bestrebungen gedenken, welche darauf gerichtet waren, die Sprengarbeit in der Beziehung nach Möglichkeit ungefährlich zu machen, daß sie auch in schlagwetterreichen Kohlengruben zur Anwendung gelangen kann, ohne hierdurch das Heraufbeschwören furchtbarer Katastrophen gewärtigen zu müssen. Diese Bestrebungen führten zur Schaffung der Wetterdynamite, von welchen noch später die Rede sein wird.

Ihrer Wirkung nach können wir die als Sprengmittel dienenden Explosivstoffe in solche mit geringerer und größerer Brisanz unterscheiden. Während die minder brisanten relativ langsam verbrennen, dabei aber eine nachhaltige Wirkung auf das Gestein ausüben, mehr treibend wirken, verbrennen, beziehungsweise explodiren die mehr brisanten nahezu plötzlich und üben dabei eine momentane, aber sehr heftige Wirkung auf das Gestein aus, so daß hierdurch ihre Wirkung auch eine ungleich größere ist, als jene der minder brisanten Sprengstoffe. Zwischen beiden Gruppen besteht aber noch ein weiterer Unterschied. Während beispielsweise der Hauptrepräsentant der minder brisanten Sprengmittel, das Schießpulver, schon durch einen Funken oder eine Flamme zur Explosion gebracht wird, ist dies bei den brisanten, zu denen alle Nitropräparate, also die Dynamite, Sprenggelatine, Schießwolle u. s. w. gehören, nicht der Fall. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin gelegen, daß beim Schießpulver die Entzündungs- und die Explosionstemperatur nahezu gleich hoch sind, während bei den Dynamiten die Explosionstemperatur weit höher liegt, als die Entzündungstemperatur. Letztere werden daher auch nur durch plötzliche Erhitzung auf die Explosionstemperatur, welche man durch einen mechanischen Impuls, beispielsweise durch das plötzliche Abbrennen einer mit Knallquecksilber gefüllten Sprengkapsel erreicht, zur Explosion gebracht. Daraus erklärt sich auch der große Unterschied zwischen Schießpulver und den Dynamiten. Während bei ersterem bekanntlich schon ein Funke genügt, die Explosion hervorzurufen, kann man Dynamit, ohne eine Explosion fürchten zu müssen, in einer Flamme verbrennen. Es brennt dann, wie auch das Nitroglycerin, mit ruhiger, stark rußender Flamme ab, ohne die in ihm schlummernde furchtbare Kraft zu äußern.

Wie haben wir uns aber die so überaus heftige Wirkung dieser Körper zu erklären, wie kommt es, daß ein Gemenge von Schwefel, Salpeter und Kohle,

woraus das Schießpulver besteht, eine so heftige Wirkung zu äußern vermag, während doch die einzelnen Bestandtheile ganz harmlose und unschuldige Körper sind?

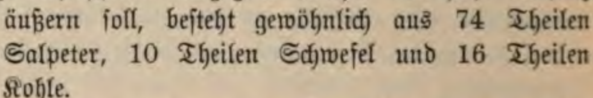
Es erklärt sich dies zunächst daraus, daß sich bei der Verbrennung dieser Stoffe binnen verschwindend kurzer Zeit eine große Menge von Gasen entwickelt. Und den Grund dieser Erscheinung haben wir in der chemischen Beschaffenheit der explosiven Stoffe zu suchen, welche eben derart ist, daß sie sich unter gewissen Umständen plötzlich in solcher Weise chemisch umsetzen, daß als Producte dieser Reaction gewisse Gase auftreten. Der äußere Anlaß zu dieser Umsetzung ist die Zuführung einer gewissen Wärmemenge. So enthält in dem Schießpulver der Kalisalpeter Stickstoff und Sauerstoff an Kalium gebunden. Von diesen beiden Gasen hat der Sauerstoff bei Zufuhr von Wärme ein äußerst starkes Bestreben, sich mit der im Schießpulver enthaltenen Holzkohle zu verbinden und Kohlensäure, also ebenfalls ein Gas, zu bilden. Dieses Streben nach Vereinigung ist bei genügender Erwärmung des Pulvers so stark, daß der Salpeter in seine Bestandtheile, Kali, Stickstoff und Sauerstoff gespalten und aus letzterem und der Holzkohle Kohlensäure, beziehungsweise zum Theile Kohlenoxyd, gebildet wird. Gleichzeitig verbindet sich das Kalium mit dem Schwefel zu Schwefelkalium, und es entstehen also Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff und Schwefelkalium als Zersetzungsproducte bei der Explosion des Schießpulvers.

In erster Linie ist es also die aus einer kleinen Menge des explosiven Stoffes plötzlich entwickelte bedeutende Gasmenge, welcher die kolossale Kraftäußerung zunächst zuzuschreiben ist. Hierzu kommt aber noch, daß die bei der Explosion entstehenden Gase, wie überhaupt alle Gase, sich für jeden Grad Celsius Temperaturerhöhung um $^1/_{273}$ ihres Volumens ausdehnen. 273 Liter Gas von 0° werden also, auf 273° erhitzt, gerade das doppelte ursprüngliche Volumen einnehmen. Noch weit beträchtlicher ist die Volumsvermehrung der aus den explosiven Stoffen entstehenden Gase. Denn wir haben es hier mit Explosionstemperaturen von mehreren tausend Graden zu thun. So liefert beispielsweise 1 Liter Nitroglycerin (Sprengöl) ungefähr 1300 Liter Gase, kalt gemessen, welche aber, in Folge der bei der Explosion herrschenden hohen Temperatur auf das achtfache Volumen ausgedehnt werden. Demgemäß giebt 1 Liter Nitroglycerin bei seiner Explosion nicht weniger als 10.400 Liter Gase. Wir begreifen nun, daß Alles, was der unmittelbaren Wirkung eines so gewaltigen Gasdruckes ausgesetzt ist, unfehlbar zermalmt und vernichtet werden muß. Wird die Ausdehnung der bei der Explosion entstehenden Gase allseits gehemmt, wie bei einer Sprengung, wo die Verbrennung des explosiven Stoffes im Bohrloche erfolgt, so wird eine allseitige Loslösung des Gesteines eintreten, vorausgesetzt, daß auch der Widerstand auf allen Seiten der gleiche ist. Sonst erfolgt die Loslösung der größten Massen nur in der Richtung des geringsten Widerstandes. Dies ist beispielsweise auch der Fall, wenn wir Schießpulver in einer Feuerwaffe zur Explosion bringen. Dann wird das Projectil, welches den geringsten

Widerstand leistet, mit unwiderstehlicher Gewalt durch den Gasdruck aus dem Rohre gejagt.

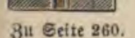
Wir wollen nun die wichtigsten der zu Sprengzwecken dienenden Explosivstoffe sowie deren Herstellung einer kurzen Besprechung unterziehen.

Das **Schießpulver** besteht bekanntlich aus einem innigen Gemenge von Schwefel, Kaliumsalpeter und Holzkohle, jedoch ist das Mengungsverhältniß verschieden je nach den Eigenschaften, der Brisanz, welche das Präparat besitzen soll. Während beispielsweise kräftig wirkendes Sprengpulver 12 Theile Schwefel, 13 Theile Kohle und 75 Theile Salpeter enthält, besteht schwaches Sprengpulver nur aus 64 Theilen Salpeter, dagegen aus 16 Theilen Schwefel und 20 Theilen Kohle. Es ist also ärmer am Salpeter, brennt deshalb auch langsamer ab und äußert eine geringere Wirkung. Schießpulver dagegen, welches eine hohe Brisanz



äußern soll, besteht gewöhnlich aus 74 Theilen Salpeter, 10 Theilen Schwefel und 16 Theilen Kohle.





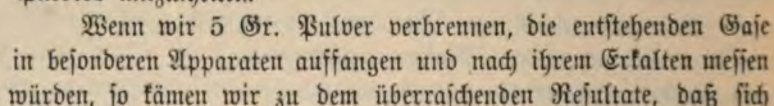
Zu Seite 260.



Comprimirtes Sprengpulver.

Sprengpulver wird häufig auch im comprimirten Zustande, in Form von Patronen zur Anwendung gebracht. Dieselben werden dann mit einem sich nach oben verjüngenden Canale versehen, welcher zum Einklemmen der Zündschnur dient.

Die Herstellung des Schießpulvers aus den drei Bestandtheilen Schwefel, Salpeter und Kohle, können wir wohl als bekannt voraussetzen, wir beschränken uns daher darauf einige Daten über die Gasspannung und Triebkraft des Pulvers mitzutheilen.



Wenn wir 5 Gr. Pulver verbrennen, die entstehenden Gase in besonderen Apparaten auffangen und nach ihrem Erkalten messen würden, so kämen wir zu dem überraschenden Resultate, daß sich aus dieser kleinen Menge Pulver beinahe 1 Liter Gase gebildet haben.

Das Volumen der Gase jedoch, welches sich beim praktischen Gebrauche des Pulvers als Schieß- und Sprengpulver im Rohr der Geschütze und Handfeuerwaffen oder in den Bohrlöchern aus 5 Gr. Pulver bildet, ist noch weit größer. Denn wir wissen bereits, daß die Gase, wenn sie um 1° erwärmt werden sich um $^1/_{273}$ des von ihnen eingenommenen Raumes ausdehnen. Es werden demnach 273 Liter Pulvergase bei einer Erwärmung von 0° auf 273 ihr Volumen gerade verdoppeln. Nun ergaben in dieser Richtung angestellte Untersuchungen, daß die Verbrennungstemperatur des Pulvers im Mittel 4000° beträgt, wir können daraus ermessen, welche gewaltige Ausdehnung die aus dem Pulver entstehenden Gase noch weiterhin dadurch erfahren, daß sie um 4000° erwärmt werden. Ein Liter Gas, welches wir aus 5 Gr. Pulver erhalten haben, wird sich, auf diese Temperatur erwärmt, um nicht weniger als um $14^1/_2$ Liter aus-

gedehnt haben. Demgemäß erhalten wir aus 5 Gr. Pulver die bedeutende Menge von $15^1/_2$ Liter Gas im Momente der Explosion.

Die Entzündungstemperatur des Pulvers, welche gleichzeitig dessen Explosionstemperatur ist, liegt zwischen 270 und 320° C., nach den neuesten Untersuchungen bei $315^5/_9$° C.; die Gasspannung, Trieb- oder Sprengkraft des Sprengpulvers wird mit 2000 Atmosphären angenommen.

Die Pulvergase, welche wir als variable Gemenge verschiedener Gasarten, Dämpfe und in feiner Vertheilung vorhandener fester Substanz betrachten können, vermögen, in geschlossenen Räumen, wie z. B. in Bergwerken eingeathmet, eine Krankheit von bestimmter Form, die sogenannte Minenkrankheit hervorzubringen, zu deren Erzeugung das in den Pulvergasen vorhandene Kohlenoxyd das Meiste beiträgt. Diese Krankheit wird angekündigt durch Schmerz in der Stirngegend, Betäubung, Brausen in den Ohren, Verlust des Bewußtseins und Insensibilität, zuweilen einem Krampfanfalle, welcher schließlich in Lähmungserscheinungen übergeht, während die Athmung röchelnd und die Haut kühl wird, und ein Zustand der Exaltation, selbst der Tobsucht, eintritt. Sobald sich die geschilderten Symptome einstellen, ist für eine rasche Wiederherstellung der Respiration Sorge zu tragen, um das vom Blute aufgenommene Kohlenoxydgas auszutreiben, besonders sind Sauerstoffinhalationen von großer Wirksamkeit. Daneben sind äußere Reizmittel, wie kalte Abwaschungen, Bürsten, Frottiren u. s. w. anzuwenden. Doch können als Folge derartiger Vergiftungen immer noch Lähmungen einzelner Glieder, der Sprache, der Harnorgane, sowie auch empfindliche Störungen des Respirationsapparates hinterbleiben. Nach jeder Sprengung ist daher stets, soferne der vorhandene Luftzug nicht kräftig genug ist, für entsprechende Ventilation der Minen zu sorgen.

Neben dem Schieß- beziehungsweise Sprengpulver kommt noch eine große Reihe anderer explosiver Körper zur Verwendung, welche wir ihrer Zusammensetzung nach als schwarzpulverähnliche explosive Mischungen bezeichnen können. Dieselben enthalten theils die gleichen Bestandtheile wie das Schießpulver, jedoch in abweichenden Mischungsverhältnissen, theils ist in ihnen der Salpeter oder die Holzkohle des gewöhnlichen Pulvers durch andere Stoffe ganz oder theilweise ersetzt. So kann an Stelle des Kalisalpeters der billigere Natronsalpeter oder salpetersaurer Baryt Anwendung finden, in einzelnen solchen Mischungen ist er auch durch das in Berührung mit organischen Substanzen sehr explosive chlorsaure Kalium vertreten.

An Stelle der Holzkohle findet eine große Reihe, meist sehr kohlenstoffreicher organischer Substanzen Verwendung, deren Zusatz zu der Pulvermischung in der Regel den Zweck verfolgt, die Entzündlichkeit derselben zu vermindern und die Verbrennung zu verlangsamen, also die Brisanz herabzudrücken. Als solche Surrogate kommen Sägespäne, Lohe, Kleie, Zucker, Blutlaugensalz, Weinstein, Seignettesalz u. s. w. zur Anwendung.

So enthält der Janit 70 Theile Kaliumsalpeter, 12 Theile Schwefel, 18 Lignitkohle, 0·4 Pikrinsäure, 0·4 chlorsaures Kalium und 0·3 Theile entwässerte Soda, Bergmannspulver (poudre des mineurs) von Michalowski enthält 50 Theile chlorsaures Kalium, 5 Theile Braunstein und 45 Theile Kleie, u. s. f.

Zu den sehr brisanten Sprengmitteln gehören die Nitropräparate, deren wichtigste die Schießbaumwolle, das Nitroglycerin, die Dynamite und endlich die durch Vereinigung von Schießbaumwolle und Nitroglycerin entstehende Sprenggelatine und die Gelatinedynamite sind.

Schießbaumwolle und Nitroglycerin werden durch einen besonderen chemischen Proceß, welchen man als »Nitrirung« bezeichnet, erhalten. Als Grundsubstanz dient einerseits entfettete Baumwolle, andererseits Glycerin, die Nitrirung erfolgt durch Behandlung mit einem Gemenge, bestehend aus Salpetersäure und Schwefelsäure. Hierbei nimmt die zu nitrirende Substanz Stickstoff und Sauerstoff aus der Salpetersäure auf, wobei gleichzeitig Wasserstoff abgespalten wird, der sich mit dem Reste der Salpetersäure zu Wasser verbindet. Die gleichzeitig zur Anwendung gelangende Schwefelsäure hat einzig den Zweck, dieses Wasser zu binden und eine Verdünnung des Nitrirungsgemisches, welches eine bestimmte Concentration besitzen muß, zu verhindern.

Die zu nitrirende Baumwolle wird zunächst gründlich gereinigt und durch Eintauchen in eine siedende Potaschelösung vollständig entfettet. Hierauf gelangt sie in eine Centrifuge, in welcher die Potaschelösung so vollständig als möglich abgeschleudert wird, worauf sie in Trockenapparaten zur vollständigen Trocknung gebracht wird. Dann kommt sie in ein Gemisch von ganz concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure, welches aus einem Theile Salpetersäure und drei Theilen Schwefelsäure besteht. In diesem verbleibt sie, bis sie vollständig mit Säure imprägnirt ist und ein wachsähnliches Aussehen erlangte, was nach wenigen Minuten der Fall ist.

Nun läßt man die den einzelnen Strähnen anhaftende überschüssige Säure abtropfen, was durch sanftes Pressen befördert wird, und bringt sie dann in Steinguttöpfe, in welchen sie 28—48 Stunden verbleibt, und in welchen die weitere Einwirkung der Säure stattfindet, welche man als Nachnitrirung bezeichnet. Während dieser Zeit darf die Temperatur nicht unter 5° sinken, aber auch nicht über 25° steigen, es ist also unter Umständen je nach der Jahreszeit Heizung oder Abkühlung durch fließendes Wasser erforderlich.

Schließlich wird die nun vollständig nitrirte Baumwolle in der Centrifuge von dem ihr anhaftenden Ueberschusse von Säure befreit, zur vollständigen Entsäuerung, welche für die Haltbarkeit des Productes von der größten Wichtigkeit ist, 3—6 Wochen in fließendes Wasser gelegt und schließlich mit kochender Potaschelösung behandelt, um die letzten Säurespuren zu entfernen. Die nun genügend gereinigte Schießbaumwolle wird endlich an der Luft getrocknet.

Durch die Nitrirung findet naturgemäß eine Gewichtsvermehrung statt, da die Baumwolle aus der Salpetersäure Stoffe aufnimmt, und zwar beträgt diese Gewichtsvermehrung für 100 Theile trockener Baumwolle 65—70 Theile, so daß also diese 100 Theile 165—167 Theile Schießbaumwolle liefern.

In neuester Zeit hat man den Nitrirungsvorgang wesentlich vereinfacht, indem man denselben in eigens zu diesem Zwecke construirten Centrifugen vornimmt. Diese sind einerseits mit kräftig wirkenden Exhaustoren versehen, welche die sich bei der Nitrirung bildenden Dämpfe von Untersalpetersäure absaugen, so daß keine Belästigung der Arbeiter stattfindet, andererseits erfolgt in denselben gleichzeitig das Abschleudern der überschüssigen Säure. Dann wird die Schießbaumwolle gewaschen, zu welchem Zwecke sie in der Regel in einen sogenannten Holländer gebracht und in diesem vollkommen zerrissen und mit immer neuen Wassermengen behandelt wird; man erreicht auf diese Weise, daß auch die in das Innere der Zellen der einzelnen Baumwollfasern eingedrungene Säure, welche ohne Eröffnung dieser Zellen nicht entfernt werden könnte, nach Möglichkeit ausgebracht wird. Dieses Verfahren findet hauptsächlich dann Anwendung, wenn es sich um Herstellung der gepreßten Schießbaumwolle handelt, welche zu diesem Zwecke zunächst im Holländer in einen ganz feinen Brei übergeführt werden muß.

Die Schießbaumwolle explodirt durch Schlag oder Stoß mit harten Körpern, sowie beim Erhitzen auf eine gewisse Temperatur, und namentlich beim Entzünden. Jedoch sind auch scheinbar ohne alle äußere Veranlassung Explosionen der Schießbaumwolle bei gewöhnlicher Temperatur vorgekommen, so z. B. eine Explosion von 1600 Kgr. Schießbaumwolle, welche 1848 die Fabrik zu Le Bouchet in Frankreich zerstörte, und eine andere Explosion von Hirtenberger Schießbaumwolle, welche 1862 in Simmering bei Wien stattfand. Jedenfalls hätten diese Explosionen durch Anwendung eines vollkommen reinen Materiales und bei vollständiger Entsäuerung vermieden werden können.

Die Schießbaumwolle wird in Patronen von 25 Mm. Durchmesser und 100 Mm. Länge, im Gewichte von 60 Gr., welche in starkes Papier gewickelt sind, verwendet. Bei raschem Erhitzen explodirt die Schießbaumwolle zwischen 136 und 180°; die Verbrennungstemperatur, das ist die während der Verbrennung freiwerdende Wärme beträgt 6000°, der Gasdruck 12.000 Atmosphären.

Während die Herstellung der Schießbaumwolle relativ ungefährlich ist, ist dies durchaus nicht bei der Darstellung des Nitroglycerins der Fall. Diese erfolgt, indem eine größere Menge Glycerin, meist 200 Kgr., mit der Nitrirsäure, welche ebenfalls ein Gemenge von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure bildet, gemischt und gleichzeitig durch Rühren, wozu meist ein Luftstrom dient, innig gemengt wird. Es findet dabei eine ähnliche Einwirkung der Salpetersäure auf das Glycerin statt, wie dies bei der Nitrirung der Baumwolle der Fall ist, gleichzeitig entwickeln sich auch höchst lästige Dämpfe, welche in geeigneter Weise entfernt werden müssen.

Sehr wesentlich bei der Darstellung des Nitroglycerins ist es, daß die im Nitrirgefäße stattfindende Erwärmung nicht zu lebhaft wird und die Temperatur von 30° nicht übersteigt, denn sonst ist die Gefahr einer Explosion sehr naheliegend. Um die Temperatur reguliren zu können, befinden sich im Innern des Nitrirgefäßes schlangenförmig gebogene Bleirohre, durch welche zur Kühlung kaltes Wasser strömen gelassen wird. Steigt die Temperatur trotzdem über 40° und gelingt es nicht, sie rasch herabzudrücken, so hat der mit der Nitrirung betraute Arbeiter den Auftrag, das ganze Gemisch von Nitrirsäure und Glycerin rasch in einen bereitstehenden großen Bottich mit kaltem Wasser fließen zu lassen, sich selbst aber nach Abgabe eines Alarmsignales in Sicherheit zu bringen, denn es ist dann sehr leicht möglich, daß die ganze Charge explodirt.

Ist die Nitrirung beendet, was bei einer Glycerinmenge von 100 Kgr. nach ungefähr 30 Minuten der Fall ist, so wird das Gemisch in den Scheidetrichter fließen gelassen, in welchem die Trennung des fertigen Nitroglycerins von der Nitrirsäure stattfindet. Diese Scheidetrichter sind große, aus Bleiplatten verfertigte Kästen, welche an der tiefsten Stelle ein mit einem gläsernen Einsatzstücke versehenes, durch einen Hahn verschließbares Ablaßrohr besitzen. In dem Scheidetrichter bleibt die Flüssigkeit zunächst eine Weile ruhig stehen, damit sich das Nitroglycerin, welches leichter ist als das Säuregemisch, auf der Oberfläche vollständig abscheidet, dann wird der Hahn geöffnet und die Säure solange abfließen gelassen, bis sich die ersten Tropfen des Nitroglycerins zeigen. Dieses gelangt dann nach einem mit Wasser gefüllten Behälter und wird in diesem sowie in eigenen Waschvorrichtungen so lange mit immer neuen Wassermengen behandelt, bis es vollständig entsäuert ist. Auf die vollständige Entsäuerung ist besonderes Gewicht zu legen, da nur säurefreies Nitroglycerin vollkommen haltbar ist und sich nicht selbst zersetzt.

Wegen der großen Gefahr bei der Darstellung dürfen Nitroglycerinfabriken nur in ganz abgelegenen Gegenden angelegt werden, jedes einzelne Nitrirhaus besteht ferner nur aus einer ganz leichten Bretterhütte und muß von einem hohen Erdwalle umgeben sein, um die durch eine eventuelle Explosion hervorgerufene Zerstörung nach Möglichkeit zu verringern.

Das reine Nitroglycerin bildet eine farblose, oder doch nur sehr schwach gelb gefärbte Flüssigkeit, welche geruchlos ist und süßlich brennend schmeckt. Wird es längere Zeit einer Temperatur von — 2° ausgesetzt, so krystallisirt es, das gleiche tritt aber auch schon ein, wenn Nitroglycerin genügend lang einer Temperatur von + 8° ausgesetzt wird. Bei — 15° wird es aber nur dickflüssig, ohne zu erstarren. Man kann sagen, daß es bei Temperaturen von + 8° bis — 11° vom flüssigen Zustande in den festen übergeht, doch verhalten sich in dieser Beziehung nicht alle Nitroglycerine gleich. Das gefrorene Sprengöl thaut bei ungefähr + 11° wieder auf.

Selbst in kleinen Dosen genommen wirkt Nitroglycerin schon giftig, und Arbeiter, welche Nitroglycerin zum Sprengen verwenden, leiden sehr häufig an

Kopfschmerz. Es erklärt sich dies aus dem Umstande, daß das Nitroglycerin sehr leicht die Haut durchdringt und in das Blut übergeht.

Das Nitroglycerin explodirt, wenn es auf 280° erwärmt wird, oder durch heftigen Stoß, oder endlich durch den heftigen und plötzlichen Druck, welchen die Explosion eines mit ihm in Berührung befindlichen kräftigen Knallpräparates, wie Knallquecksilber, ausübt. In allen diesen Fällen ist es aber ausschließlich die Wärme, beziehungsweise der in Wärme umgesetzte Stoß, welcher die Explosion auslöst.

Früher war allgemein die irrige Anschauung verbreitet, daß gefrorenes Nitroglycerin gegen Schlag oder Stoß empfindlicher sei, als das feste; wie eingehende Untersuchungen lehrten, findet gerade das umgekehrte Verhalten statt. Denn es ist einleuchtend, daß man, um gefrorenes Nitroglycerin auf 280°, seine Explosionstemperatur, zu erwärmen, mehr Wärme zuführen muß, als wenn sich dasselbe im flüssigen Zustande befindet, denn im ersteren Falle muß auch die zum Schmelzen nöthige Wärme zugeführt werden. Allerdings soll man gefrorenes Sprengöl niemals mit scharfen oder spitzen Instrumenten bearbeiten und stets nur, ebenso wie gefrorenes Dynamit, in Dynamitwärmeapparaten oder einer ähnlichen Vorrichtung mit Hilfe von heißem — nicht kochendem — Wasser aufthauen.


Dynamitwärmeapparat. Zu Seite 265.

Wenn Nitroglycerin in einem geschlossenem Raume explodirt, so übt es einen ganz gewaltigen Druck aus. Es beruht dies auf der beträchtlichen Menge von Explosionsgasen, welche sich entwickeln, sowie auf der hohen Verbrennungstemperatur, welche bei der Explosion herrscht, wodurch die Gase auf das Achtfache ihres ursprünglichen Volumens ausgedehnt werden.

1 Gramm Nitroglycerin liefert:

295 Ccm. Kohlensäure,
147 » Stickstoff,
25 » Sauerstoff

bei 0° und 760 Mm. Barometerstand, es entstehen sonach zusammen 467 Ccm. permanente Gase. Der Gasdruck beträgt rund 10.000 Atmosphären.

Als Sprengmittel wird reines Nitroglycerin, dessen Wirkung ungefähr drei- bis viermal so groß ist, wie jene des Sprengpulvers, nur in seltenen Fällen angewendet, dagegen findet es zur Darstellung der Dynamite und der Sprenggelatine die umfassendste Anwendung.

Ursprünglich verstand man unter der Bezeichnung Dynamit nur das durch Auffaugen von Nitroglycerin durch Kieselguhr, d. i. feine weiße Infusorienerde, erhaltene Präparat. Gegenwärtig versteht man aber unter Dynamit überhaupt

jeden mit Sprengöl getränkten Explosivstoff, wobei es einerlei ist, welche Eigenschaften der als Aufsaugemateriale verwendete Körper besitzt.

Alle Dynamite lassen sich jedoch in zwei große Gruppen eintheilen, und zwar in Dynamite mit einem chemisch unwirksamen Aufsaugestoff, und in solche, bei welchen der Aufsaugestoff ebenfalls als explosiver Körper zur Geltung gelangt.

Zu der ersteren Gruppe gehört eigentlich nur das Guhrdynamit, denn die Kieselguhr ist ein vollkommen indifferenter Körper, welcher nach der Explosion hinterbleibt. Ganz anders aber verhalten sich die Dynamite mit chemisch wirksamen Aufsaugestoffen. Diese betheiligen sich unter allen Umständen mit ihren chemischen Bestandtheilen an der Explosion und verändern durch ihre Mitwirkung die Zusammensetzung und die wirkende Kraft der Explosionsgase des Nitroglycerins.

Durch die Beimengung indifferenter Stoffe, wie der Kieselguhr, wird die Explosionstemperatur herabgesetzt. Für manche Zwecke ist es jedoch wünschenswerth, eine noch weitergehende Herabsetzung derselben herbeizuführen, und dies läßt sich dadurch erreichen, daß man dem Dynamit krystallwasserreiche Salze, wie Krystallsoda oder Glaubersalz, zusetzt. Solche Präparate bieten eine relative Sicherheit gegen die Uebertragung von Feuer auf schlagende Wetter oder Kohlenstaub, sie werden unter dem Namen »Wetterdynamite« in Kohlenbergwerken benützt.

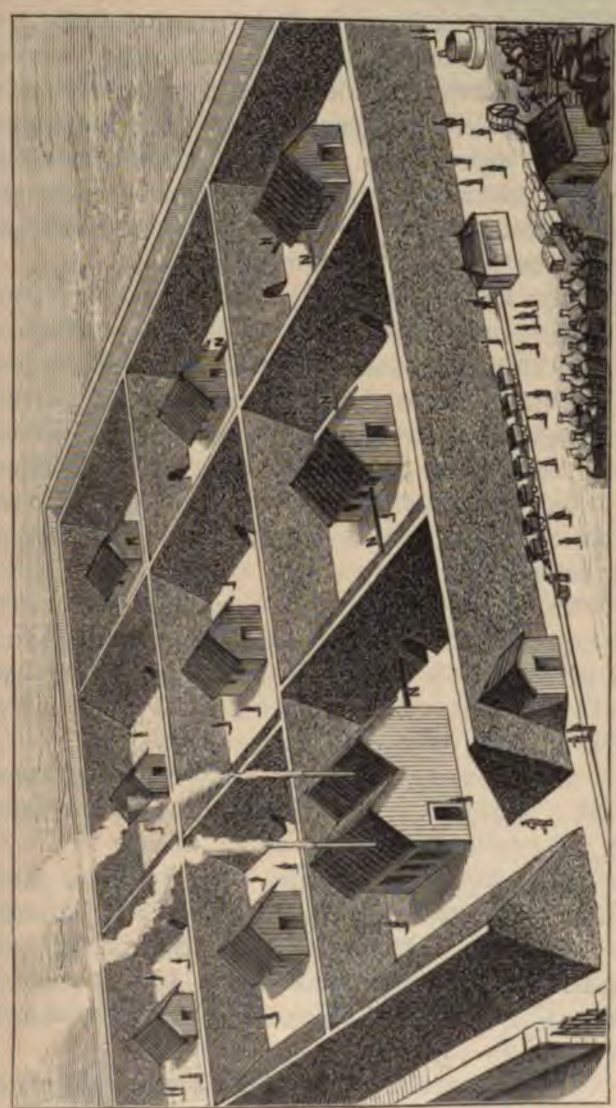
Man sagt, daß ein Zufall Nobel zur Entdeckung der so überaus wichtigen Dynamite geführt habe. Die Infusorienerde wurde längere Zeit zur Verpackung der Sprengöl enthaltenden Blechflaschen verwendet; nach dem Ausfließen einer solchen hatte man die große Aufsaugungsfähigkeit der Kieselguhr wahrgenommen und sich durch Versuche überzeugt, daß die explosiven Wirkungen des Dynamites fast vollständig erhalten waren, dagegen die Neigung zum Explodiren eine erhebliche Verminderung erfahren hatte.

Die als Aufsaugestoff des Nitroglycerins verwendete Infusorienerde kommt an mehreren Orten, besonders schön und geeignet für die Dynamitfabrikation jedoch in einem Lager bei Oberohe, Provinz Hannover, vor. Die zur Herstellung von Dynamit dienende Kieselguhr muß vollständig trocken sein und darf keine organischen Substanzen oder gröbere Körner enthalten. Um sie für den Gebrauch zu präpariren, gelangt sie zunächst in einen Ofen, welcher aus vier übereinanderliegenden Etagen besteht, in welchem sie nach und nach von der obersten auf die unterste, heißeste gelangt. Zur Beseitigung der gröberen Körner wird die geglühte Infusorienerde mittelst einer Handwalze zermalmt und durch Siebe gedrückt, welche die noch vorhandenen gröberen Körner zurückhalten.

Die Mischung des Nitroglycerins mit der Infusorienerde wird meist in demselben Schuppen der Dynamit- beziehungsweise Nitroglycerinfabrik vorgenommen, in welchem die letzte Entsäuerung des Sprengöles stattfindet. Je 25 Kgr. Infusorienerde werden in flachen Holzkasten mit 75 Kgr. Nitroglycerin übergossen, worauf die Arbeiter die Masse mit bloßer Hand durchkneten. Da das Nitro-

glycerin leicht in die Haut eindringt und, wie wir schon bemerkten, giftig wirkt, so hatte man den Arbeitern Kautschukhandschuhe gegeben; diese fanden jedoch nahezu keine Verwendung, da den Arbeitern das Durchkneten mit bloßen Händen bequemer ist.

Nach einer halben Stunde ist das Mischen beendet. Die Masse kommt nun auf Siebe von Eisendraht, deren Maschen sehr enge sind, und wird mittelst des Ballens der bloßen Hand durch diese gedrückt. Die durchgesiebte Masse ist fertiges Kieselguhrdynamit, welches vor der Verwendung nur noch in Patronen gebracht werden muß.



Anlage einer großen Dynamitfabrik. Zu Seite 268.

Das Formen der Patronen geschieht in folgender Weise: Ungefähr 5 Kgr. Dynamit befinden sich in einem Leinwandbehälter, welcher unten offen ist und sich dort an ein trichterförmiges Messingstück anschließt. In dieses Messingstück reicht ein Kolben, welcher von oben in den Leinwandsack eintrifft und durch einen Hebel auf- und abbewegt werden kann. Bei der höchsten Stellung des Kolbens bleibt die Mündung des Trichters offen, so daß Dynamit eintreten kann, welches beim Niedergange des Kolbens in den Trichter und den damit verbundenen röhrenförmigen Ansatz gepreßt wird und in Gestalt eines festen Cylinders von Dynamit unten austritt.

Der obere Rand des Leinwandsackes ist mit dem Hebel des Kolbens in Verbindung, wodurch er eine rüttelnde Bewegung erhält. Außerdem sind an den Seiten des Leinwandsackes Holzklappen angebracht, welche ebenfalls mit dem Hebel in Verbindung stehen und den Sack hin- und herschütteln. Auf diese Weise rückt das Dynamit beim Auf- und Niedergehen des Kolbens fortwährend nach.

Die am unteren Ende des Trichters angeschraubte Röhre besitzt den gleichen inneren Durchmesser wie die Dynamitpatronen. Sobald nun durch die Bewegung des Hebels dieses Rohr ganz mit Dynamit gefüllt ist, wird ein Blatt Pergamentpapier von entsprechender Größe herumgewickelt und der Cylinder von Pergament unter der Mündung der Röhre umgeschlagen, beziehungsweise geschlossen. Bei der weiteren Bewegung des Hebels schiebt sich dann unten ein Cylinder von Dynamit vor, welcher die Hülse aus Pergament mitnimmt.

Eine Dynamitfabrik besitzt in der Regel etwa zehn kleinere Patronenhütten, in deren jeder zwei Maschinen und zwei Mann arbeiten. Jede Patronenhütte ist von der anderen durch einen Erdwall von 4 Meter Höhe getrennt. Oft ist noch eine vollständige Reservefabrik gebaut, für den Fall, daß die im Betriebe stehende Fabrik ganz oder theilweise in die Luft fliegt. Die einzelnen Schuppen sind aus Holz leicht erbaut, das Dach und die Seitenwände sind von innen mit Stroh umkleidet, so daß auch im Winter die Temperatur nicht unter 15° sinkt. Der Boden besteht aus lockerem, feinem Sand, die Beleuchtung erfolgt ausschließlich von außen.

Bei der Fabrikation des Dynamites ist hauptsächlich das Mengen des Sprengöles mit der Infusorienerde, sowie das Pressen der Patronen gefährlich, und hierbei geschieht es am häufigsten, daß Explosionen eintreten, die dann in der Regel das vollständige Verschwinden der betreffenden Bretterhütte und der darin Beschäftigten im Gefolge haben.

Das Dynamit gelangt in drei Sorten zur Anwendung, welche mit Nr. 1, 2 und 3 bezeichnet werden und verschiedene Brisanz besitzen. Das stärkste Dynamit (Nr. 1) enthält 75 Procent, Nr. 2 65 und Nr. 3 55 Procent Nitroglycerin, der Rest ist Kieselguhr. Es bildet eine graubraune, geruchlose und plastische Masse, welche bei Temperaturen unter 8° gefriert; gefrorenes Dynamit muß vor der Verwendung aufgethaut werden. In Berührung mit der Flamme explodirt Dynamit nicht, sondern brennt, gleich dem Sprengöle, ruhig ab. Auch gegen Schlag oder Stoß ist es wenig empfindlich, es wird mittelst eigener Zündhütchen zur Explosion gebracht.

Eine bekannte Eigenschaft des Dynamites ist es, daß es seine enorme Kraft vorzugsweise nur gegen eine feste Unterlage richtet. Eine Anwendung dieser Erscheinung hat man beispielsweise beim Rammelsberger Bergbau gemacht zur vortheilhaften Zerkleinerung der durch die Sprengarbeit gewonnenen großen Schwefelkiesstücke. Eine Dynamitpatrone wird auf die obere Fläche eines solchen Erzstückes gelegt, mit feuchtem Thone dicht überdeckt und zur Explosion gebracht. Das Erz-

stück wird durch die nach unten drückende Kraft des explodirenden Dynamites auseinander geworfen oder doch so stark in seinem Zusammenhange gelockert, daß es leicht zerschlagen oder durch eine zweite Dynamitladung vollständig zersprengt werden kann.

Die Dynamite mit chemisch wirksamen Aufsaugestoffen enthalten neben Nitroglycerin verschiedene Stoffe, wie nitrirte Weizenkleie oder Sägemehl, Barytsalpeter, Braunstein, Schwefel u. s. w. Die meisten derselben, wie der Lithofracteur, Coloniapulver, Dualin u. s. w., besitzen eine höhere Brisanz als Dynamit, trotzdem sie weniger Nitroglycerin enthalten als dieses, sind aber in mancher Beziehung unempfindlicher gegen äußere Einflüsse, wie Schlag, Druck oder Stoß.

Die Sprenggelatine wird dargestellt, indem man eigens zu diesem Zwecke bereitete Schießbaumwolle, welche jedoch nicht alle Eigenschaften jener Schießbaumwolle besitzt, welche als solche verwendet wird, in auf 60° erwärmtes Nitroglycerin einträgt und darin mit den Händen einmengt. Schon der Zusatz von ½ Procent Schießbaumwolle (Collodiumwolle) genügt, um das Nitroglycerin in eine dicke, sulzige Masse zu verwandeln; werden 8 Procente, wie dies gewöhnlich der Fall ist, angewendet, so erhält man schließlich einen festen, hornartigen Körper, welcher mit dem Messer geschnitten und beliebig geformt werden kann. Die Sprenggelatine ist also eine Masse, welche in fester Form mindestens 92 Procent Nitroglycerin enthält, während die beste Kieselguhr nur 80 Procent Nitroglycerin aufzunehmen vermag. Da aber die Sprenggelatine manchmal beim Lagern Nitroglycerin austreten läßt und überhaupt keine besondere Stabilität besitzt, finden für Sprengarbeiten hauptsächlich die Gelatinedynamite Verwendung.

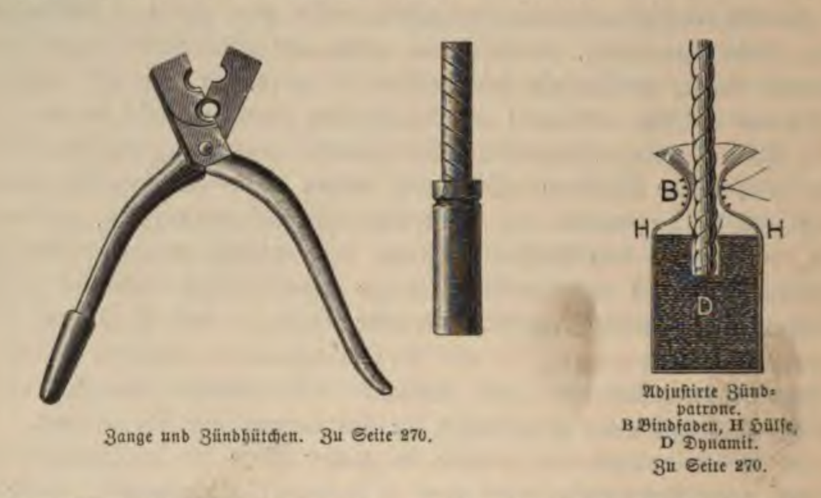
Die Gelatinedynamite werden in gleicher Weise wie die Sprenggelatine, aber nur unter Verwendung von etwa 3 Procent Collodiumwolle, dargestellt, dann wird noch ein mit aufsaugenden Eigenschaften begabtes Zumischpulver, welches in der Regel aus Salpeter, Holzmehl und Soda besteht, eingerührt. Schließlich wird die Masse mittelst einer eigenen Vorrichtung in Patronen gepreßt.

Je nach der Natur der Sprengmittel ist auch eine verschiedene Zündung derselben erforderlich. Während Pulver durch die Flamme selbst zur Explosion gebracht wird, ist dies bei den Dynamiten nicht der Fall, und so müssen eigene Zündkapseln zur Anwendung gelangen. Diese werden entweder mittelst Zündschnüren, durch Frictionszünder oder aber auf elektrischem Wege zur Explosion gebracht.

Bei Pulversprengungen wird die Zündung entweder mittelst des Halmes oder mittelst der Zündschnur bewirkt. Ersterer ist ein mit Pulver gefüllter, unverletzter Strohhalm, welcher in die durch die Raumnadel ausgesparte Oeffnung im Besatze bis in die Pulverladung eingeschoben wird. Die Zündschnüre sind Hanfschnüre, in welchen sich eine dünne Mehlpulverseele befindet, welche das Feuer relativ langsam bis zur Sprengladung führt. Zur Zündung des Halmes oder

der Zündschnur dient entweder ein daran befestigter Feuerschwamm oder das Schwefelmännchen, d. i. ein mit Schwefel getränkter Faden, welcher daran befestigt und in Brand gesteckt wird. Seine Länge muß derart bemessen sein, daß sich der die Zündung bewirkende Arbeiter rechtzeitig in Sicherheit bringen kann.

Um Dynamitpatronen zur Explosion zu bringen, werden in der Regel besondere Zündpatronen verwendet, welche man zunächst durch das Zündhütchen explodiren läßt, und welche dann die ganze Dynamitmasse plötzlich explodiren lassen. Diese Zündpatronen sind weitaus kleiner als die eigentliche Sprengpatrone, sie enthalten aber eine stärkere Dynamitsorte. Zunächst wird die Zündschnur frisch abgeschnitten und so weit in die Zündhütchen eingeführt, daß sie den am Boden



Zange und Zündhütchen. Zu Seite 270.

Adjustirte Zündpatrone. B Bindfaden, H Hülse, D Dynamit. Zu Seite 270.

derselben befindlichen Knallsatz, welcher aus Knallquecksilber besteht, berührt. Dann wird das aus Kupfer verfertigte Zündhütchen mittelst einer eigens geformten Zange fest an die Zündschnur angepreßt. Nun wird mittelst eines Holzstiftes in der Zündpatrone eine runde Oeffnung hergestellt, in diese das adjustirte Zündhütchen eingeführt, so daß es noch etwas über die Dynamitmasse herausragt, und dann mittelst eines Bindfadens der Papierrand der Patrone an, beziehungsweise um die Zündschnur festgebunden.

In das Bohrloch selbst wird zunächst eine Dynamitpatrone eingeschoben, mi einem hölzernen Ladestock zerdrückt, so daß sich das Dynamit dicht an die Wan des Bohrloches anlegt, dann wird eine zweite, eventuell dritte u. s. w. Patrone ein geführt und in der gleichen Weise behandelt, bis im Bohrloche die nöthige Ladung höhe erreicht ist. Schließlich wird die wie beschrieben vorgerichtete Zündpatro vorsichtig aufgesetzt und das Bohrloch mit dem Besatze versehen. An die Zün schnur kommt dann das Schwefelmännchen, welches angezündet wird. Dieses en zündet die Zündschnur und diese bringt das Zündhütchen zur Explosion, wel sich auf die Zündpatrone und von dieser auf die Ladung fortpflanzt.

Diese Art der Zündung ist mit verschiedenen Nachtheilen behaftet. So ist es, besonders wenn nicht mit genügender Vorsicht zu Werke gegangen wird, durchaus nicht ausgeschlossen, daß eine vorzeitige Zündung der Sprengladung eintritt, ferner ist es sehr schwer, mittelst der Zündschnur mehrere Schüsse gleichzeitig abzuthun, wodurch die Wirkung der später abbrennenden wesentlich verringert wird. Außerdem ist es unvermeidlich, daß auch eine Feuerwirkung nach außen stattfindet, durch welche in schlagwetterführenden Gruben sehr leicht furchtbare Explosionen ausgelöst werden können.

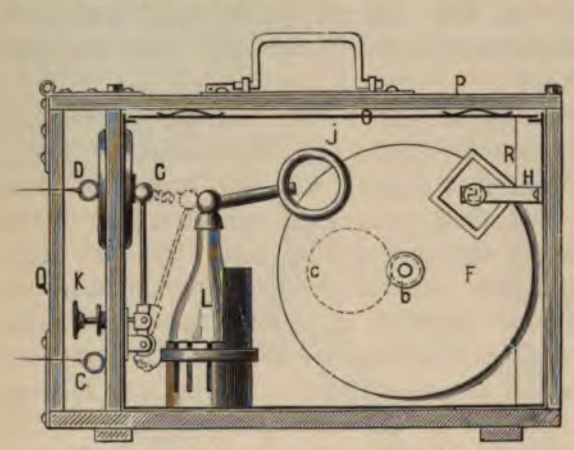
Alle diese Uebelstände und Nachtheile sind bei der Zündung auf elektrischem Wege vermieden. Das Princip derselben besteht darin, daß die Zündkapsel, welche dann diesem Zwecke besonders angepaßt sein muß, durch einen überspringenden elektrischen Funken oder durch einen durch den elektrischen Strom glühend gemachten dünnen Draht zur Explosion gebracht wird. Auf diese Weise ist es möglich, selbst eine große Anzahl von Schüssen gleichzeitig abzuthun und ist auch ein Versagen ausgeschlossen. Ueberdies ist damit auch eine wesentliche Ersparniß verbunden, denn die einzelnen Bohrlöcher können, soferne sie gleichzeitig zur Explosion gebracht werden, weiter auseinandergelegt werden, denn die Wirkung aufeinanderfolgender Schüsse — wie dies bei der Schnurzündung eintritt — ist lange nicht so kräftig als jene richtig combinirter, gleichzeitig abgefeuerter Sprengladungen.

Zur Erzeugung des zur Zündung erforderlichen elektrischen Stromes dienen verschiedene Apparate, welche entweder nach dem Principe der Reibungselektrisirmaschine oder nach jenem der Magneto-Induction construirt sind.

Reibungselektrisirmaschinen sind allerdings gegen Nässe sehr empfindlich und versagen häufig schon, wenn die Luft, in welcher sie aufgestellt sind, nur relativ wenig Feuchtigkeit enthält. Dieser Uebelstand ist bei der Bornhardt'schen Zündelektrisirmaschine (siehe die Abbildung auf Seite 272) in der Weise behoben, daß die Maschine selbst in einen luftdicht verschlossenen Kasten aus Zinkblech eingesetzt ist, in welchem sich überdies noch kleine Kästchen mit einer die Feuchtigkeit begierig anziehenden Substanz, wie Holzkohle oder Chlorcalcium, befinden. Als Conductor, beziehungsweise Condensator, um einen kräftigen Funken zu erzeugen, dient eine Leydener-Flasche, deren Kopf direct mit den Saugringen in Verbindung steht, während die äußere Belegung mit dem Reibzeug verbunden ist. F ist eine einfache oder doppelte Scheibe von Hartkautschuk, ihre eiserne Achse trägt außerhalb des Kastens, dessen Wandung sie durchsetzt, ein Getriebe b, welches durch ein viermal größeres Zahnrad c mittelst einer Kurbel in schnelle Rotation versetzt wird.

Das Reibzeug R besteht aus einem kleinen Stückchen Pelzwerk, welches durch eine schwache Doppelfeder H beiderseits angedrückt wird. Die Saugringe J saugen die erzeugte Elektricität auf und laden dadurch den Flaschencondensator L; zur Entladung desselben dient der Entlader G, welcher durch Druck auf einen an

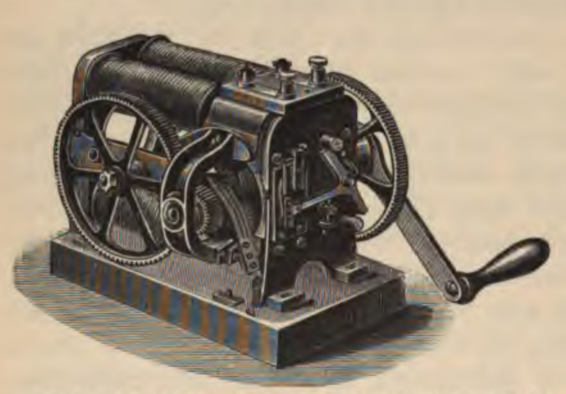
der Seite befindlichen Knopf K mit dem Knopfe der Flasche in Berührung tritt, wobei er die in der Abbildung punktirte Lage einnimmt und durch eine Feder mit der Oese C in Verbindung bleibt. Die Oese D steht mit der äußeren Belegung der Flasche in leitender Verbindung. Die zu der Sprengstelle führenden Leitungsdrähte werden in die Oesen D und C eingehangen.



Bornhardt'sche Zünd-Elektrisirmaschine. Zu Seite 271.

Die magneto-elektrischen Zündvorrichtungen beruhen auf dem Principe, daß in Drahtspulen ein kräftiger Strom erzeugt wird, wenn man diese rasch einem kräftigen Magnet nähert oder von diesem entfernt. Dies wird am einfachsten erreicht, indem man die Spulen vor dem Magnet rotiren läßt.

Bei der von Bürgin construirten Maschine dieser Art werden die Spulen durch Drehung der Kurbel in rasche Rotation versetzt. Ist ein genügend starker Strom erzeugt, so ziehen die Elektromagnete einen Anker an, welcher den Strom unterbricht und einen Extrastrom entstehen läßt, welcher in die Zündleitung geführt wird.


Bürgin's elektromagnetische Zündvorrichtung. Zu Seite 272.

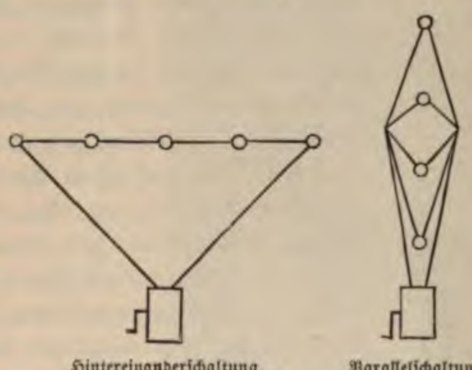
Die zu den Zündern führenden Drahtleitungen werden aus blankem Eisen- oder Messingdraht oder aber aus isolirtem Kupferdraht hergestellt. Die Schaltung der Schüsse, d. h. die Art und Weise, in welcher sie mit der Leitung verbunden werden, kann auf zweierlei Art geschehen. Bei Anwendung von Reibungszündmaschinen muß die Schaltung hintereinander erfolgen, es ist dann jeder Zünder mit dem nächsten direct verbunden. Werden elektromagnetische Zündmaschinen angewendet, so kann auch von der Parallelschaltung Gebrauch gemacht werden. Während bei der ersten Schaltungsweise ein schlechter Zünder das Versagen der nach ihm folgenden bewirkt, ist bei der Parallelschaltung jeder Zünder von den anderen unabhängig.

Die elektrischen Zünder sind entweder Spalt-, Brücken- oder Glühzünder.

Die **Spaltzünder** (siehe die Abbildung auf folgender Seite) enthalten einen **U**-förmig gebogenen Messingdraht, welcher mit einer festen Masse a, bestehend aus geschmolzenem Schwefel und Glaspulver, umgossen ist. Dieser Zünderkörper ist mit einer Papierhülse m verbunden, in welche eine Sprengkapsel k eingeschoben wird, welche Knallquecksilber enthält.

Zwischen der Kapsel und dem Zündkörper, bei dem Buchstaben m, befindet sich eine besondere Zündmischung, bestehend aus Schwefelantimon und chlorsaurem Kalium, in welche der gebogene, an einer Stelle durchschnittene Draht eintaucht, so daß durch die Bildung des elektrischen Funkens an der Unterbrechungsstelle die Zündung der Zündmischung und durch jene die der Sprengkapsel erfolgen muß.

Bei den **Brückenzündern** sind die Leitungsdrähte bis auf die Oberfläche des Zündkopfes abgefeilt, und wird zwischen denselben ein sie verbindender Bleistiftstrich gezogen. Der Graphit leitet die Elektricität, doch sind in der Bleistiftlinie stets Unterbrechungen vorhanden, welche dann Funkenbildung hervorrufen und derart die Entzündung des Knallsatzes bewirken.



Hintereinanderschaltung. Parallelschaltung.
Zu Seite 272.

Die **Glühzünder** endlich beruhen auf dem Principe, daß dünne Drähte durch den elektrischen Strom zum Glühen gebracht werden. Die Zuleitungsdrähte reichen einzeln in die Gußmasse und sind am unteren Ende durch einen dünnen Platindraht verbunden, welcher nach Schließung des Stromes glühend wird und die Entzündung der Kapsel herbeiführt.

Die elektrischen Zünder werden wie die gewöhnlichen Zünder in die Sprengpatrone eingesetzt, überhaupt erfolgt das Laden des Bohrloches ganz in der beschriebenen Weise. Sind sämmtliche Bohrlöcher hergerichtet, so wird die Drahtleitung hergestellt. Erst bis diese fertig ist, werden die Enden derselben mit der Zündmaschine in Verbindung gebracht und nun alle Schüsse auf einmal abgethan. Versagt ein Schuß, so ist es dann ausgeschlossen, daß derselbe nachbrennt, d. h. später losgeht, vielmehr kann bei der elektrischen Zündung nach erfolgter Sprengung der Ort auf jeden Fall ruhig betreten werden.

Wir haben nun, wie wir glauben, in genügend eingehender Weise das Sprengen und die Sprengarbeit geschildert, um ein deutliches Bild von diesem so überaus wichtigen Hilfsmittel des Bergbaues zu geben. Daraus können wir ersehen, welche Bedeutung die explosiven Stoffe für den Bergbau besitzen und wie klein, geradezu ärmlich derselbe heute dastehen würde, wären ihm nicht diese

eminenten Helfer mit ihren Riesenkräften zur Seite gestanden. So dienen die Explosivstoffe in der Hand des Menschen, der ihre Kräfte zu beherrschen und nutzbringend anzuwenden weiß, dazu, die Segnungen des Friedens zu fördern, den Eisenbahnen und der Schiffahrt neue Wege zu eröffnen, in die Eingeweide der Erde einzudringen und ihre verborgensten Schätze ans Tageslicht zu fördern.

Bevor wir die Besprechung der Gewinnungsarbeiten beschließen, müssen wir noch einer Methode gedenken, welche heute wohl nur mehr historische Bedeutung besitzt, die aber weit älter ist als die Schießarbeit und gewiß schon von den alten Völkern als Hilfsmittel des Bergwerksbetriebes in Anwendung gebracht wurde. Es ist dies das Feuersetzen. Dasselbe bestand darin, daß auf dem zu gewinnenden Berge vor Ort mächtige Holzfeuer angezündet wurden, deren Hitze dann lockernd und zertheilend auf die Gesteinsmassen wirkte, so daß diese leichter mit Schlägel und Eisen oder mittelst der Keilhaue gewonnen werden konnten. An den zu lockernden Stellen wurden große Stöße aus gut getrocknetem Holze aufgeschichtet und diese nach dem Ausfahren der Belegschaft, gewöhnlich des Sonntags, angezündet. Um das Feuer auf einem Punkte zu concentriren, wendete man auch die Pregelkatze an; es war dies ein aus Eisenstäben verfertigter Wagen, welcher für das brennende Holz gewissermaßen als Rost diente, oben und an den Seiten war er mit starken Blechtafeln bekleidet, welche die Hitze zusammenhielten und nach unten warfen. Begreiflicherweise ist man jetzt von dieser Lockerungsart, da andere und kräftigere Mittel zu Gebote stehen, ganz abgekommen, es soll aber nach Berichten von Augenzeugen einen phantastisch-schönen Anblick gewährt haben, wenn oft in einer Strecke zehn bis zwölf solcher mächtiger Feuer in verschiedenen Höhen in Flammen standen. . . .



Spaltzünder.
Zu Seite 273.

Wir haben nun das Abteufen der Schächte besprochen und das Vortreiben der Stollen; wir lernten die Methoden kennen, deren sich der Bergmann zum rationellen Abbaue bedient, und wir haben gesehen, welch gewaltige Hilfsmittel ihm in den Sprengmitteln zu Gebote stehen, um sich immer tiefer und tiefer in das Innere der Erde einzuwühlen.

Wie gelangt aber der Bergmann in das Innere seiner Baue, wie verläßt er dieselben nach gethaner Arbeit? Und wie schafft er die Schätze der Tiefe ans Tageslicht?

Dies wird durch die Fahrung und Förderung erreicht.

Unter »Fahren« versteht der Bergmann in seiner Sprache überhaupt die Fortbewegung im Baue. Er steigt nicht in den Schacht, sondern er fährt ein, er durchwandert nicht eine Strecke, sondern er durchfährt dieselbe, und wenn die Belegschaft nach absolvirter Schicht sich wieder ans Tageslicht begiebt, so fährt sie aus. Und alle die Hilfsmittel, deren sich der Bergmann bedient, um rasch in oder aus der Grube zu gelangen, werden als Fahrung bezeichnet.

Zur Förderung gehören dagegen alle Vorrichtungen, welche dazu dienen, das gewonnene Erz oder die Kohle in den Strecken fortzubewegen oder ans Tageslicht zu schaffen.

Die **Fahrung** geschieht auf verschiedene Weise; die älteste und einfachste Art ist wohl die Fortbewegung auf Fahrten; es sind dies starke Leitern, welche absatzweise angeordnet sind und in den Schacht hinabführen. An anderen Orten wieder bedient man sich zum gleichen Zwecke der Wendelbahnen; es sind dies nach Art einer Wendeltreppe um eine Spindel angeordnete Stufen, welche jedoch häufig so steil sind, daß sie sich gewissermaßen den Leitern nähern.

Leiterfahrt. Zu Seite 275.



Wendelbahn. Zu Seite 275.

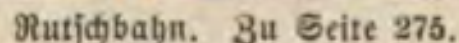
Wo es die Verhältnisse gestatten, werden auch **Rutschen** zum Einfahren verwendet. Es sind dies unter einem Winkel von 30—50° aufgestellte Gleitbäume, auf welche sich der Fahrende setzt und dieselben hinabgleitet. Um das Erreichen einer zu großen Geschwindigkeit zu vermeiden, ist an einer Seite dieser Bäume ein starkes Seil angebracht, welches mit der, mit einem starken Handschuh bekleideten Hand angefaßt wird. An ihrem unteren Ende verlaufen die Gleitbäume entweder eine Strecke ganz flach oder sie sind schwach nach aufwärts gerichtet, so daß der diese Vorrichtung Benützende nicht mit zu großer Geschwindigkeit unten ankommt.

So bequem solche Rutschen zum Einfahren sind und so rasch sie auch den Einfahrenden ohne die geringste Anstrengung von seiner Seite nach abwärts befördern, so versagen sie doch vollständig, wenn es sich um das Ausfahren handelt. Dies muß dann immer mittelst Stiegen oder Leitern erfolgen, welche neben dem Gleitbaume angebracht sind, und es ist bekannt, daß es kaum eine zweite so rasch ermüdende Bewegung giebt, als das Ersteigen von Treppen, besonders wenn dieselben unter einem steilen Winkel nach aufwärts führen.

Man war daher bestrebt, Mittel zu schaffen, welche nicht nur eine rasche Fahrung der Belegschaft in und aus den Schacht ermöglichen, sondern auch noch den Vortheil besitzen, dabei die Kräfte derselben so wenig als möglich in Anspruch zu nehmen.

Eine solche Vorrichtung, welche allerdings in neuerer Zeit immer mehr in Abnahme kommt, sind die Fahrkünste, deren Erfinder Bergmeister Dörell in Zellerfeld im Harz (1833) ist. Dieselben bestehen in der Regel aus zwei senkrecht im Schacht hängenden hölzernen oder eisernen Gestängen, an welchen abwechselnd





Rutschbahn. Zu Seite 275.



Fahrkunst. Zu Seite 276.

Trittbretter und Handgriffe angebracht sind. Diese Gestänge werden nun entweder durch eine direct angreifende Dampfmaschine oder durch Uebertragung mittelst der sogenannten Kunstkreuze, durch Wasserräder oder auf irgend eine andere geeignete Art in auf- und niedergehende Bewegung versetzt, so zwar, daß jedesmal, wenn das eine Gestänge nach aufwärts geht, sich das andere um den gleichen Betrag senkt. Zwischen jedem Wechsel in der Bewegungsrichtung tritt ein Moment des Stillstandes ein, in welchem sich die Trittbretter gerade gegenüberstehen. Diesen Augenblick benützt jedesmal der Fahrende, um auf das andere Trittbrett überzutreten, wodurch er wieder in der bisherigen Richtung weiterbefördert wird. Durch ge-

eignete Vorrichtungen ist Vorsorge getroffen, daß bei einem etwa eintretenden Bruche des Gestänges der Fahrende vor dem todbringenden Sturze in die Tiefe bewahrt wird. Um das Ausweichen Aus- und Einfahrender zu ermöglichen, sind in Abständen von je 6 zu 6 Lachter abwechselnd auf der einen und der anderen Seite des Gestänges Ruhebühnen angebracht.

Einen so großen Fortschritt auch seinerzeit diese Fahrkünste bedeuteten, so sind dieselben doch nicht geeignet, starke Belegschaften rasch in und aus den Schacht zu befördern, und aus diesem Grunde wurden sie auch fast durchwegs durch die maschinelle Förderung auf der Schale oder im Förderkorbe ersetzt.



Einfahrt auf der Tonne. Zu Seite 277

Die Seilfahrt ist in mancher Beziehung minder gefährlich als die Fahrkunst, vorausgesetzt, daß die nöthigen Vorsichtsmaßregeln nicht außer Acht gelassen werden, deren wichtigste wohl in einer regelmäßigen täglichen und eingehenden Revision des Seiles besteht. Ferner werden die Förderkörbe mit Sicherheitsvorrichtungen versehen, welche ein zu weites, unter Umständen Gefahr bringendes Herausbeugen der Mannschaft verhindern, und eigene Fangvorrichtungen sichern die Einfahrenden bei einem eventuellen Seilbruch vor dem Sturze in die Tiefe. Durch eine über dem Förderkorbe angebrachte Scheibe von Holz sichert man ferner die Einfahrenden gegen Zufälligkeiten, wie das Herabfallen von Gestein oder Gezähstücken von oben und erreicht durch alle diese Maßnahmen nicht nur eine rasche und mühelose Beförderung der Belegschaft, sondern auch dabei eine relative Sicherheit für dieselbe, wie sie durch die anderen Mittel der Fahrung in keiner Weise geboten ist.

Allerdings muß dann auch dafür Sorge getragen werden, daß die Vorschriften nicht leichtsinnig umgangen werden, so daß nicht etwa die Nachlässigkeit eines Einzigen dann den Tod, beziehungsweise die Zerschmetterung Vieler im Gefolge hat. Uebrigens ist es ja bekannt, daß der stete Verkehr mit der Gefahr leichtsinnig macht, und so kommt oder kam es denn nicht selten vor, daß sich Häuer einfach auf den Rand der niedergehenden Tonne stellten, um mit dieser in die Tiefe zu fahren. . . .

Wenn die Arbeitstheilung in der gesammten industriellen Thätigkeit eine große Rolle spielt, so ist wohl sehr leicht einzusehen, daß sie für den Bergbau

von besonderer Wichtigkeit ist; denn hier tritt zu den Gründen, welche für die Einführung derselben sprechen, noch die räumliche Beschränkung hinzu. Diese allein erfordert schon eine nach Möglichkeit zweckentsprechende Organisation der Arbeit. Mehr als irgendwo ist gerade beim Bergbaue die Vertheilung der Arbeiter nach ihren Fähigkeiten und an jedem Orte in entsprechender Anzahl erforderlich, nicht nur allein, um die schwierigen Aufgaben zu bewältigen, welche sich ergeben, wenn der Mutter Erde ihre Schätze abgerungen werden sollen, sondern auch, um einen wirklich rationellen Betrieb des Bergwerkes zu erzielen. Gerade die Art des Betriebes wird oft zu einer Lebensfrage für ein Bergbau-Unternehmen. Je nach dem Vorkommen der nutzbaren Fossilien, auf deren Gewinnung es abgesehen ist, wird der Grubenbau angelegt, und er muß mit dem Fortschreiten der Arbeiten vergrößert werden; außerdem muß er auch immer im guten Zustande erhalten werden.


Hund. Zu Seite 278.

Eine bestimmte Kategorie von Arbeitern ist an den Maschinen thätig, welche dazu dienen, den Bergbau frei von Wasser zu erhalten und die Grube mit frischer Luft zu versehen. Anderen Arbeitern wieder fällt die Aufgabe zu, die gewonnenen Bergwerksproducte ans Tageslicht zu schaffen.

Der Typus des Bergmannes ist der Häuer, welcher die Fossilien soweit aus dem Zusammenhange mit dem sie umgebenden Gesteine lösen soll, daß sie an die Erdoberfläche gebracht werden können. Alle Arbeiten und alle Vorrichtungen, welche zum Transporte der gewonnenen Producte dienen, faßt man nun in der Bergmannssprache unter dem Namen »Förderung« zusammen.

Nimmt man an, daß die Mächtigkeit des in Abbau begriffenen Minerales nicht abnimmt, und ergiebt sich, daß das täglich geförderte Quantum desselben ziemlich constant bleibt, so ist dies ein Beweis, daß die Arbeiten in der Grube ohne Störung ineinandergreifen. Wir wollen nun den Weg verfolgen, welchen die von den Häuern aus ihrem Zusammenhange gebrachten Massen nehmen, und die maschinellen Vorrichtungen betrachten, welche hierbei zur Anwendung gelangen.

Entweder handelt es sich darum, die Producte durch Stollen ans Tageslicht zu schaffen, oder es sind dieselben durch Strecken, worunter man Stollen ohne Tagesmündung versteht, zum Schachte zu bringen und durch denselben aufzuziehen. Bei der Stollen- oder Streckenförderung können die losen Massen getragen oder mittelst Schlitten geschleppt werden, oder sie werden auf Wagen, welche auf Schienen laufen, den sogenannten »Grubenhunden« oder »Hunden« kurzweg, transportirt, indem man diese durch Menschen-, Thier- oder Maschinenkraft fortbewegt.

Die Hunde sind prismatische Kasten, welche sich auf vier Rädern bewegen. Der Name »Hund« stammt daher, da diese Geräthe während des Laufens in engen Stollen ein eigenthümliches Geräusch erzeugen, welches eine gewisse, wenn auch entfernte Aehnlichkeit mit dem Bellen eines Hundes besitzt. Von den vier Rädern dienen aber, wenn der Hund von einem geübten Arbeiter (»Hundejungen«) gestoßen wird, nur die beiden rückwärtigen zur Beförderung, da in der Bewegung der Hund hinten etwas niedergedrückt wird und so nur auf den beiden hinteren Rädern läuft. Man unterscheidet deutsche und ungarische Hunde, die ersteren besitzen eine bewegliche Vorderradachse. Zwischen den beiden Rollen trägt



Ausfahrt aus dem Stollen. Zu Seite 279.

die Achse einen rechtwinkelig zu ihr stehenden Fortsatz, welcher am Ende einen nach abwärts gerichteten Dorn oder breiten Nagel, den Spurzapfen, trägt; dieser ragt in den Schlitz zwischen den beiden Bohlen, auf welchen sich der Hund bewegt, und dient zu dessen Führung, so daß er immer auf den Laufbohlen erhalten wird.

Die Hundeförderung spielt eigentlich nur mehr bei dem Erzbergbaue eine Rolle, wo das gewonnene Haufwerk nicht so groß an Masse ist, wie in Kohlengruben; in letzteren findet daher auch nur mehr Förderung mittelst Wagen, welche auf Schienengeleisen laufen, statt.

Diese, die rollende Förderung, ist die wichtigste. Zuerst müssen die von den Häuern gewonnenen Massen, und zwar nutzbare Producte sowohl wie Nebengestein, die tauben Berge, in die Hunde gefüllt werden. Die vollen Hunde werden

von den Förderern weitergeschoben, und zwar entweder direct durch den Stollen ans Tageslicht, oder nur bis zu dem Füllort, d. i. jene Stelle, an welcher eine Strecke in den Schacht einmündet. Dort werden entweder die Massen in Tonnen gefüllt und aufgezogen, oder aber es sind Vorrichtungen vorhanden, welche es gestatten, die Hunde, und zwar gewöhnlich mehrere gleichzeitig, auf Fördergestelle zu fahren, mit welchen sie aufgezogen werden.



Beförderung der Pferde in den Schacht. Zu Seite 280.

Während bei der Förderung mit Menschenkraft jeder Arbeiter gewöhnlich nur einen Hund zu schieben vermag, kuppelt man für ein Pferd acht bis zehn, bei sehr gutem Zustande der Wagen und der Bahn sogar bis zu zwanzig Förderwagen im Gewichte von je 500 Kgr. zu einem Zuge zusammen. Die Stallungen der Pferde befinden sich entweder über oder unter der Erde. Im ersteren Falle müssen die Thiere täglich aus- und eingefördert werden, wobei sie bei engen Schächten in Schlingen und Gurten aufgehangen und am Förderseile befestigt werden. Be-

finden sich die Stallungen dagegen im Grubenbaue, so bleiben die Thiere wohl zeitlebens in der Tiefe, oder doch bis zur Dienstuntauglichkeit, wo sie, fern dem Tageslichte, in der Regel sehr bald erblinden.

Ist das zu fördernde Quantum so groß, daß die Menschen- oder Pferdekraft nicht mehr ausreicht, so kommt die Maschinenkraft in ihre Rechte. Die Förderung durch Maschinenkraft kann in der verschiedensten Weise eingerichtet sein. Das Naheliegendste ist wohl, das Pferd durch die Locomotive zu ersetzen. Für diesen Zweck sind aber Dampflocomotiven nicht gut geeignet, da ihr Rauch unnöthig die



Förderung mittelst einer elektrisch betriebenen Lokomotive in den Strecken des Salzbergwerkes Neu-Staßfurt. Zu Seite 281.

Luft verschlechtern würde. Man hat deshalb seinerzeit auf die feuerlosen oder rauchlosen Locomotiven große Hoffnungen gesetzt, seit dem großen Aufschwunge jedoch, welchen die Elektrotechnik genommen hat, haben diese an Bedeutung verloren, da die elektrische Kraft ein ebenso bequemes als auch billiges Beförderungsmittel bildet.

Die durch Elektricität betriebenen Locomotiven müssen ebenfalls den von einer Centralstelle gelieferten Strom zugeführt erhalten, wie alle Elektromotoren überhaupt. Während aber bei den letzteren die Stromzuführung feststeht, muß sie bei den elektrischen Locomotiven derart beschaffen sein, daß sie bei der Weiterbewegung keine Störung erleidet. Dies wird in verschiedener Weise erreicht. Am einfachsten ist die Frage der Stromzuführung wohl bei jenem Systeme gelöst, bei

welchem der Schienenstrang mit den beiden Polen des Primärdynamos in Verbindung steht, selbstverständlich dürfen dann die beiden Schienenstränge untereinander nicht leitend verbunden sein. Der auf der Plattform der Locomotive montirte Elektromotor empfängt dann den Strom durch die Räder, auf welche sich seine Umdrehungen mittelst einer Zahnradübersetzung übertragen. Dieses System hat jedoch den Uebelstand, daß es nur dort angewendet werden kann, wo der Bahnkörper nicht begangen werden muß. Würde nämlich ein Mensch beide Schienen-



Kettenförderung mit elektrischem Antriebe. (Kaliwerke zu Aschersleben.) Zu Seite 284.

stränge gleichzeitig berühren, so würde er, da sehr hoch gespannte Ströme Verwendung finden, zum mindesten einen äußerst empfindlichen Schlag verspüren, unter Umständen sogar getödtet werden. Dieses System der Stromzuführung findet daher nur dort Anwendung, wo die erwähnten Bedingungen gegeben sind, sonst erfolgt die Stromzuführung von separaten Leitungen aus. Die Actiengesellschaft von Siemens & Halske verwendet zu diesen Eisenrohre, welche der Länge nach aufgeschnitten und am Firste des Stollens an Isolatoren angebracht werden. In den Eisenrohren laufen Gleitbolzen, an welchen Kabel befestigt sind, die dem Motor der Locomotive den Strom zuführen. Bewegt sich diese, so werden die Gleitbolzen an den Kabeln nachgezogen. Diese Construction zeigt die Abbildung auf Seite 282. Bei dem dritten Systeme endlich, welches heute bei elektrischen

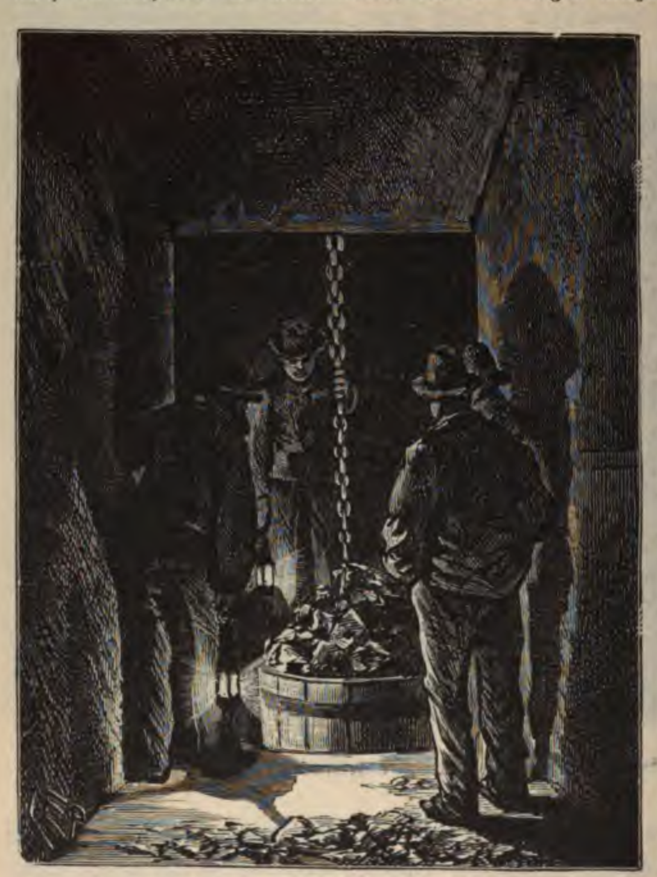
Straßenbahnen vielfach zur Anwendung kommt, ist nur eine einfache Luftleitung, welche aus einem starken, isolirt befestigten Drahte besteht, vorhanden. Gegen diesen drückt sich durch Federkraft ein Rad, welches an einer auf der Locomotive in einem Gelenke befestigten Stange angebracht ist. Dieses »Trollehrad« nimmt den Strom auf und führt ihn durch die Stange dem Motor zu, die Rückleitung erfolgt durch die Räder und beide Schienen, letztere müssen daher sorgfältig mit einander verbunden sein.



Haspel mit elektrischem Antriebe. (Kaliwerke zu Aschersleben.) Zu Seite 284.

Ein anderes System der Maschinenförderung in horizontalen Stollen oder Strecken besteht darin, daß die Maschinen feststehen und die Förderwagen durch dieselben mit Hilfe von Seilen oder Ketten bewegt werden. Dann wird ein Zug aus einer größeren Anzahl von Wagen formirt und vorne und rückwärts ein Seil angehangen, welches über Rollen läuft und auf großen Trommeln aufgewickelt werden kann, welche durch die feststehende Maschine in Umdrehung versetzt werden. Wickelt man das eine Seil, das Vorderseil, auf, so bewegt sich der vollgeladene Zug nach vorne. Durch Aufwickeln des rückwärtigen Seiles wird der Zug wieder an die ursprüngliche Stelle zurückbefördert. Inzwischen hat man einen neuen Zug von vollgefüllten Hunden auf einem Seitengeleise zusammengestellt und hängt nun diesen an die Seile, u. s. f.

Statt des Vorder- und Hinterseiles kommt auch ein Seil ohne Ende zur Verwendung. Dann bewegt sich dasselbe immer nur nach einer Richtung, einerlei ob volle oder leere Hunde zu befördern sind. Auch mit Hilfe einer schwebenden Kette kann ein Zug fortbewegt werden, dann sind an den Wagen zur Aufnahme der Kette geeignete Gabeln angebracht, welche die Ketten fassen, oder es genügt auch die Schwere der Kette allein, um die Wagen mitzunehmen.



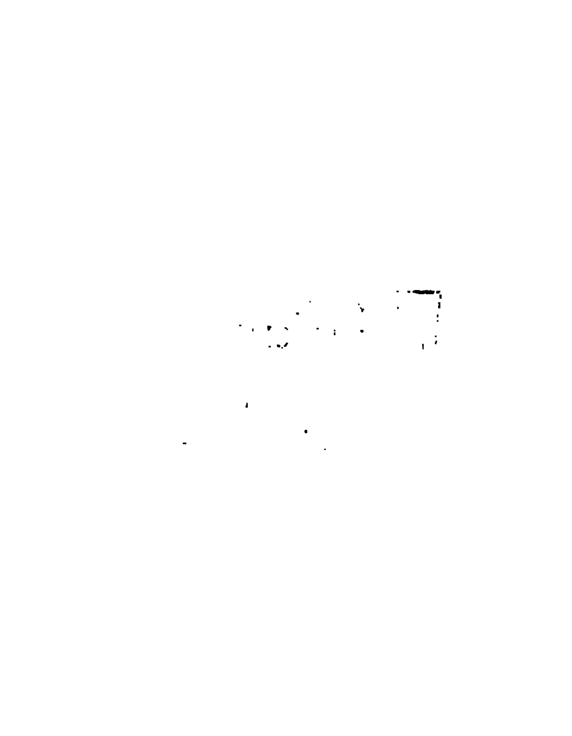
Tonnenförderung. Zu Seite 285.

Wir haben bisher vorausgesetzt, daß die Strecke, in welcher die Förderung stattfinden soll, mehr oder minder horizontal sei, aber auch über ziemlich stark geneigte Bahnen müssen oft die Massen gefördert werden. Das Fördern nach aufwärts geschieht in ganz ähnlicher Weise, wie das Fortbewegen auf der horizontalen Bahn. Man hat aber dabei, da die Motoren gewöhnlich über Tage stehen können, eine größere Auswahl, denn die Belästigung durch Rauch ist nicht mehr zu fürchten und auch der Raummangel spielt keine so große Rolle. Es können dann sowohl Haspel verwendet werden, oder Pferdegöpel, Dampf- oder hydraulische Maschinen. Sind die Grubenhunde über eine schiefe Ebene herunter zu befördern, so wird die sogenannte **Bremsbergförderung** angewendet. Diese besteht darin, daß die beladenen Wagen durch ihr eigenes Gewicht nach abwärts rollen, wobei sie an einem Seile hängen, so daß ihre Geschwindigkeit regulirt werden kann, während sie gleichzeitig leere Hunde emporziehen. Ist dabei die Neigung so stark, daß die beladenen Hunde nicht direct auf den Schienen laufen können, so werden sie auf ein auf den Schienen ruhendes vierräderiges Gestell gefahren. Dasselbe besitzt sehr hohe Vorder-, aber niedere Hinterräder, und ist überhaupt



Das Füllort.

(Nach einer Zeichnung von Professor Heuchler.)

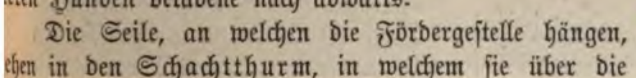


solcher Weise gebaut, daß die Plattform desselben, auf welche die Hunde zu hen kommen, horizontal steht. Das Förderseil — gewöhnlich ein starkes Draht- l — läuft oben über eine Trommel, welche mittelst einer kräftig wirkenden andbremse gebremst werden kann. An einer an einer Scala sich verschiebenden eigervorrichtung sieht der die Bremse bedienende Arbeiter, an welcher Stelle der ahn sich die Wagen befinden; je näher sie dem Ende kommen, desto mehr wird e Bremse angezogen, und endlich die Trommel, welche ausschließlich durch das ewicht des abrollenden vollen Wagens bewegt wird, zum Stillstande gebracht. s ist dies natürlich eine sehr billige Förderung, da die Schwerkraft die Arbeit rrichtet.



Fördergestell. Zu Seite 285.

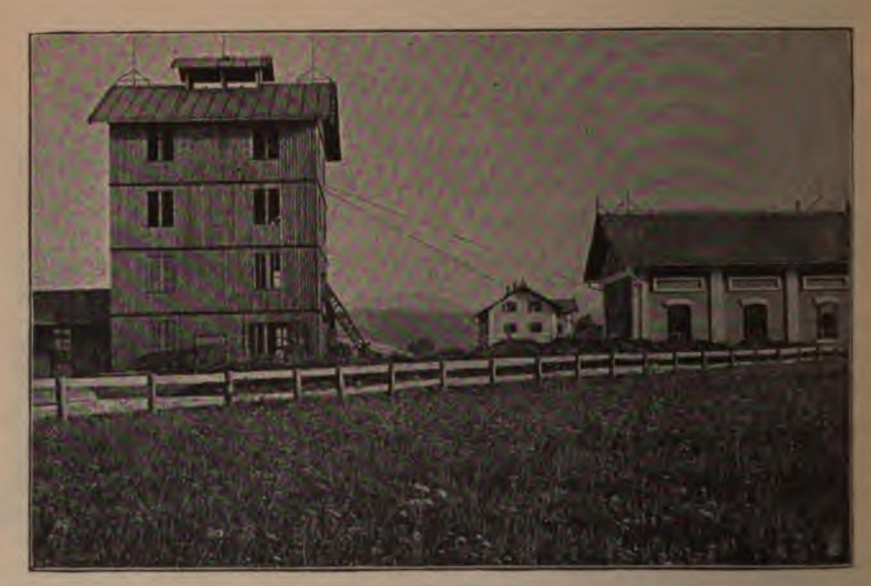
Am Schachte, dem Füllorte, angelangt, werden die ördergefäße entweder entleert oder direct sammt ihrem nhalte aufgezogen. Im ersteren Falle wird das Fördergut aus Holz oder Eisenblech gefertigte Kübel oder Tonnen efüllt und diese mittelst eines Haspels oder eines Göpels ufgewunden. In der Regel aber schiebt man die Gruben- unde in einen kastenförmigen Behälter, das Fördergestell der die Förderschale, und zieht dieses mit Hilfe einer Dampfmaschine auf. Gewöhnlich sind im Schachte zwei örderschalen nebeneinander aufgehangen, welche durch eitschienen geführt werden, damit sie nicht in pendelnde Bewegung gerathen und anstoßen können. Während ein ördergestell aufgezogen wird, bewegt sich das andere mit eeren Hunden beladene nach abwärts.



Die Seile, an welchen die Fördergestelle hängen, ehen in den Schachtthurm, in welchem sie über die n dem Schachtgerüste befestigten Seilscheiben geführt werden, und dann in das Maschinenhaus. In letzterem befinden sich zwei große Trommeln, welche durch die Dampfmaschine bewegt werden. Während sich auf der einen Trommel ein Seil ufwickelt, wodurch das Aufziehen des einen Fördergestelles bewirkt wird, wickelt ich das Seil auf der zweiten Trommel ab, wobei das andere Fördergestell in die Tiefe geht.

Ursprünglich wurden ausschließlich Hanfseile verwendet; diese wurden aber mit zunehmender Tiefe des Schachtes sehr kostspielig und waren überdies sehr asch der Abnützung unterworfen. Später wurden Ketten verwendet. Sie besaßen aber den Nachtheil, daß sie sehr schwer waren, trotzdem man sie in ihrem unteren Theile mit kleineren Gliedern versah, überdies trat nur allzuoft ein Brechen der Kette ein. Es war daher ein großer Fortschritt, als im Jahre 1834 Oberbergrath Albert und Maschinendirector Mühlenpfordt in Klausthal die Drahtseile erfanden, welche wegen ihrer Billigkeit und Dauerhaftigkeit, sowie wegen ihres im Verhältnisse zum Tragvermögen geringen Gewichtes jetzt allgemein in Verwendung stehen.

Es ist selbstverständlich, daß zwischen den Arbeitern, welche in der Grube die Hunde auf das Fördergestell schieben, und dem Maschinisten im Maschinenhause eine Verständigung stattfinden muß. Diese wird durch verschiedene Signale herbeigeführt. Bei weniger tiefen Schächten genügt das Zurufen mit oder ohne Sprachrohr, vielfach sind Hammer- oder Glockensignale in Verwendung, auch Signale, welche durch den Luftdruck gegeben werden, kommen vor; in neuerer Zeit haben aber auch zu diesem Zwecke Telephone und elektrische Signale eine ausgedehnte Verwendung gefunden.



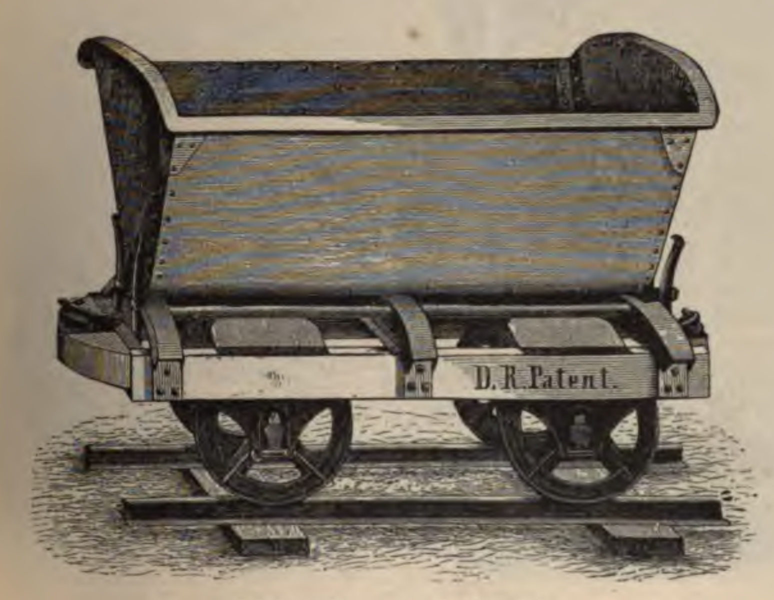
Schachtthurm und Maschinenhaus. Zu Seite 285.

Das ganze Fördergut wandert nun, sobald es oben ankommt, soweit es aus nutzbaren Mineralien besteht, in die sogenannte Aufbereitung, wo es nach dem Gehalte und nach der Stückgröße sortirt wird, oder es gelangt direct in die Hütte. Befindet sich die letztere nicht unmittelbar in der Nähe des Förderschachtes, so wird es, wenn die Strecke nicht zu lang ist, auf Kippwagen nach demselben gerollt, sonst aber mit der Bahn verfrachtet, zu welchem Zwecke dann die Hunde von einer entsprechend hohen Brücke aus direct in die Waggons entleert werden. Das taube Gestein wird auf die Halden gestürzt.

Bei dieser Förderung über Tage können alle möglichen Transportmittel in Anwendung kommen; denn es ist von vorneherein klar, daß hier nicht jene Beschränkungen vorhanden sind, welche in der Grube gewisse Arten des Transportes vollständig ausschließen. Je nach der Ausdehnung des Bergbaues, nach der Entfernung der Sturzhalden und der Hütte, endlich je nach den localen Verhältnissen

kommen Bahnen der verschiedensten Art, eventuell auch Drahtseil- und Hängebahnen in Verwendung.

Schließlich müssen wir noch einer Fördermethode gedenken, welche allerdings nur höchst selten, in Deutschland überhaupt nur in einer Strecke am Oberharze im Gebrauche steht, es ist dies die Navigationsförderung. Dieselbe besteht darin, daß in einer Strecke, welche zu diesem Zwecke besonders breit sein muß, das Wasser künstlich angestaut wird und auf diesem das Erz auf Kähnen verfrachtet wird. Trotz der großen Billigkeit dieser Fördermethode kommt dieselbe schon aus dem Grunde nicht zur allgemeinen Anwendung, da die Anstauung

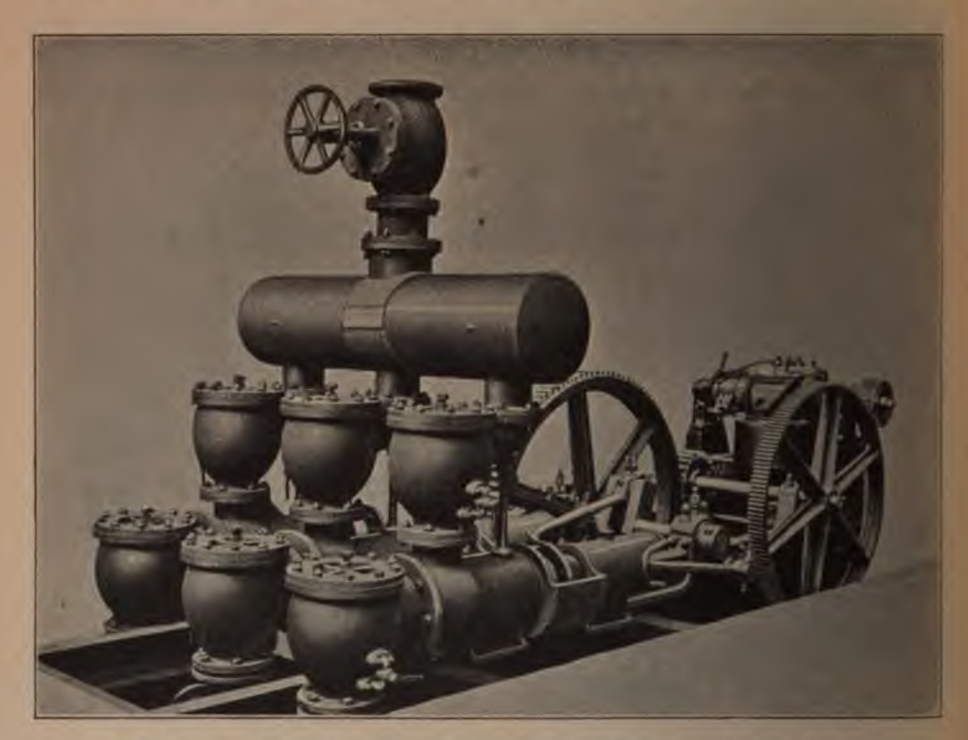


Stählerner Kippwagen. Zu Seite 286.

solch beträchtlicher Wassermengen für in der Nähe befindliche, tiefer gelegene Grubenbauten sehr nachtheilig werden kann; auch erfordert die Erhaltung der Wasserstrecke bedeutende Opfer, so daß sich diese Methode nicht eingebürgert hat.

Eine wichtige und zur Erhaltung eines Baues unerläßliche Arbeit des Bergmannes besteht darin, die oft in bedeutenden Mengen in die Baue eindringenden Wasser zu bewältigen, d. h. sie zu Tage zu schaffen. In der einfachsten Weise geschieht dies, wenn das Tiefste eines Bergwerkes durch einen Stollen gelöst wird; durch diesen Wasserhaltungsstollen, deren Anlage, Zweck und Bedeutung wir schon besprochen haben, fließen dann die Wasser durch das Stollenmundloch aus, und es wird die Anlage aller Baue in solcher Weise durchgeführt, daß die Wasser aus ihnen nach dem Wasserlösungsstollen gelangen.

Schwieriger ist die Sache bei solchen Gruben, welche nach ihrer Anlage und dem Terrain, in welchem sie sich befinden, keinen Wasserlösungsstollen treiben können. Dann muß die Wasserhaltung mittelst eigener, oft sehr complicirter maschineller Anlagen erfolgen, indem durch dieselben die Wasser gehoben werden. Gewöhnlich werden dann die Pumpen selbst im Schachte oder einem besonderen Theile desselben, dem Pumpentrum oder Kunstschacht, angeordnet, während sich

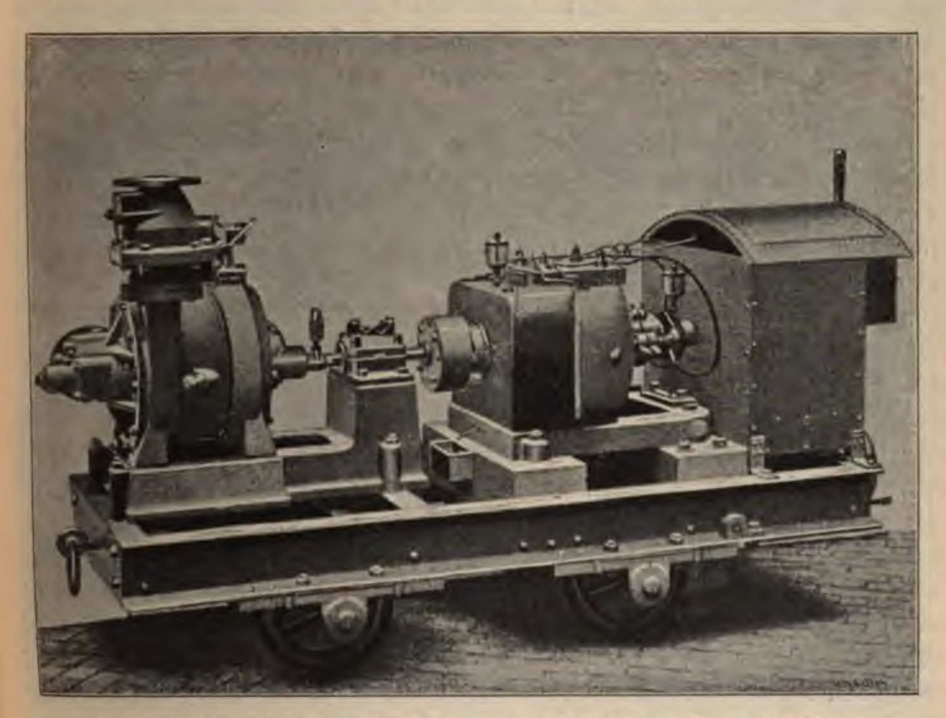


Wasserhaltung mit elektrischem Antriebe. Kohlenwerk Kalkgrub in Steiermark. Zu Seite 289.

die Kraftmaschine selbst über Tage befindet. Von dieser wird dann die Kraft auf die Pumpe mittelst hölzerner oder eiserner Gestänge übertragen.

Die Hebung der Wasser selbst erfolgt mit Hilfe von Saug- oder von Druckpumpen. Bekanntlich vermag eine Saugpumpe das Wasser nur auf die Maximalhöhe von 10 Metern zu heben, es müssen daher dann mehrere solcher Pumpen im Schachte übereinander in der Weise angeordnet werden, daß jede derselben das von ihr gehobene Wasser in einen Behälter entleert, in welchem sich das Saugrohr der nächst höheren Pumpe befindet. Gegenwärtig werden jedoch die Saugpumpen immer mehr durch kräftige, große Druckpumpen ersetzt. Kommt jedoch eine solche Pumpe selbst unter Wasser, so vermag sie nicht mehr ihre Wirkung auszuüben. Um dieses »Ersaufen« der Pumpen bei plötzlich hereinbrechenden

größeren Wassermengen zu vermeiden, werden häufig im Tiefsten des Baues große Sammelbecken oder ganze Strecken, welche sich mit Wasser füllen können, sogenannte »Sumpfstrecken«, angelegt, die dann ebenfalls als Reservoire dienen. Kommt es trotzdem dazu, daß die Pumpen unter Wasser gerathen, so müssen dann eventuelle Reparaturen an denselben durch Taucher vorgenommen werden, was immer mit großem Aufwande an Zeit und Geld verbunden ist.



Fahrbare Pumpe mit elektrischem Antriebe. Ziglerschacht zu Nürschen bei Pilsen. Zu Seite 289.

Sehr häufig sind bei jenen Wasserhaltungsanlagen, bei welchen die Kraftmaschine über Tage aufgestellt ist, Reparaturen an dem die Kraft übertragenden Gestänge nöthig; um dies zu vermeiden, werden in neuerer Zeit vielfach unterirdische Wasserhaltungsmaschinen eingebaut, welche den Dampf entweder vom Tage her durch eine Rohrleitung zugeführt erhalten, oder direct von einer unterirdischen Kesselanlage betrieben werden, und welche die aus dem Sumpf angesaugten Wasser unmittelbar bis zu Tage oder zu einem Wasserlösungsstollen drücken. Auch zu diesem Zwecke findet die elektrische Kraftübertragung Verwendung, indem die Pumpen nicht von einer Dampfmaschine, sondern von einem Elektromotor angetrieben werden, welcher unter Tage aufgestellt ist, den erforderlichen Strom aber von der ober Tage stehenden Maschine, welche durch Dampf- oder Wasserkraft betrieben wird, empfangen.

Bei elektrischem Antrieb von Wasserhaltungen bereitet die Anbringung eines Vorgeleges zwischen Elektromotor und Pumpenwelle insofern einige Schwierigkeit, als das vom Vorgelege verursachte Geräusch ein Verfolgen des Ganges der Pumpenventile durch das Gehör nicht hindern darf. Man kann dieser Bedingung durch Anfertigung des kleinen Rades aus Rohhaut und sauberes Fraisen des schnelllaufenden Rades auf der Motorachse genügen, mitunter zieht man es auch trotz des noch höheren Preises vor, den Motoranker direct ohne Uebersetzung auf die Pumpenwelle arbeiten zu lassen. — Während man kleinere Wasserhaltungen von nicht mehr als etwa 50 PS im Allgemeinen ohne weiteres an das elektrische Vertheilungsnetz der Grube anschließen kann, sprechen bei größeren Wasserhaltungen verschiedene Gründe dafür, sie durch eigene Primärmaschinen betreiben zu lassen. Das Ein- und Ausschalten sehr großer Motoren und starke Veränderungen ihrer Tourenzahl würden zu unliebsamen Spannungsschwankungen im Vertheilungsnetz führen. Betreibt man den Motor der Wasserhaltung von einer eigenen Primärmaschine aus, so kann man einfach dadurch, daß man deren Tourenzahl verändert, eine ungefähr entsprechende Aenderung der Tourenzahl des Motors herbeiführen; Dynamomaschine und Motor sind dann gewissermaßen elektrisch mit einander gekuppelt. Die Verminderung der Tourenzahl kann man so weit treiben, als es die Schwungmassen der Maschinen zulassen. Auch kommen bei dieser Anordnung alle Anlaßvorrichtungen in Fortfall, da der Motor stets gleichzeitig mit der Primärmaschine anläuft und still gestellt wird. Bei Verwendung von Drehstrom hat man den weiteren Vortheil, daß man auch für die größten Leistungen Motoren mit Kurzschlußanker benützen kann. Endlich ist die Aufstellung einer eigenen Primärmaschine für die Wasserhaltung in dem Falle von besonders großem Werthe, wenn daneben für die übrigen Betriebe eine oder mehrere Primärmaschinen gleicher Größe vorhanden sind, denn man kann dann im Nothfalle jederzeit eine dieser Maschinen als Reserve für den Antrieb der Wasserhaltung benützen. Es knüpft sich hieran der naheliegende, in seiner Wichtigkeit bisher noch nicht recht gewürdigte Gedanke, überall da, wo man elektrische Kraftübertragung im Grubenbetriebe einführt, eine entsprechend große Reserve-Wasserhaltung mit elektrischem Antriebe vorzusehen, auf die man bei plötzlich eintretenden großen Wassereinbrüchen die ganze Primäranlage unter Einstellung der anderen elektrischen Betriebe arbeiten läßt.*)

An vielen Orten stehen aber auch Wasserräder in Verwendung, deren Kraft auf die Pumpen übertragen wird, oder endlich Wassersäulenmaschinen, bei welchen die Kraft des fallenden Wassers einen Kolben bewegt, welcher mit den Pumpen verbunden ist.

Eine ebenso wichtige Aufgabe wie die Wasserhaltung ist jedoch auch die Wetterführung in der Grube, worunter alle jene Maßnahmen zu verstehen

*) Die Abbildungen über Anwendung der elektrischen Kraftübertragung im Bergbaue sind nach Constructionen der Actiengesellschaft Siemens & Halske angefertigt. Die fahrbaren Pumpen werden mit besonderem Vortheile beim Vortreiben einfallender Strecken verwendet.

sind, durch welche einerseits die Zuführung guter, frischer Luft in alle Theile des Baues, andererseits die rasche Wegschaffung der bösen und schlagenden Wetter bewirkt werden soll.

Die in der Grube befindliche Luft erleidet durch verschiedene Umstände eine fortwährende Veränderung, welche sie für die Athmung immer weniger geeignet macht und wodurch ihr Sauerstoffgehalt nicht nur eine Verminderung erfährt sondern auch irrespirable, also zur Unterhaltung des Lebensprocesses nicht taugliche Gase entstehen. So wird durch jeden Athemzug, welchen die Gruben-



Ventilator mit elektrischem Antriebe für örtliche Bewetterung. (Kaliwerke zu Aschersleben.) Zu Seite 293.

arbeiter machen, der Luft Sauerstoff entzogen und dieselbe mit Kohlensäure bereichert, durch das Brennen der Grubenlichter findet das Gleiche statt, und endlich hinterbleiben nach jeder Sprengung ebenfalls Gase, welche die Luft verschlechtern und daher entfernt werden müssen. Solche mit Kohlensäure beladene Luft bezeichnet der Bergmann in seiner Sprache als »böse Wetter« oder »Schwaden«. Außerdem kommt es aber in Kohlengruben leider nicht allzuselten vor, daß sich der Luft Grubengas beimengt, wodurch dann bei einem gewissen Mischungsverhältnisse ein höchst explosibles Gemenge entsteht; es sind dies die mit Recht gefürchteten »schlagenden Wetter«. Bei Grubenbränden entwickelt sich häufig das ungemein giftige Kohlenoxydgas, welches mit Luft gemischt ebenfalls ein explosibles Gemenge bildet: die »brandigen Wetter«. Ueber die Entstehung und Be-

kämpfung, sowie über die Folgen der schlagenden Wetter werden wir bei der Schilderung der Gewinnung der Kohle noch ausführlich zu sprechen haben, hier mag es genügen, auf diese tückischen Feinde des Bergmannes hinzuweisen, um die Nothwendigkeit einer sorgfältigen und ausreichenden Wetterführung darzuthun. Böse, brandige und schlagende Wetter können jedoch auch dort auftreten, wo bituminöse Schiefer durchfahren werden, sie sind daher nicht ausschließlich auf Braun- und Steinkohlengruben beschränkt, wenn sie auch in diesen, besonders in den Steinkohlengruben, am häufigsten vorkommen.

Grubenventilator mit elektrischem Antriebe. Zu Seite 293.

Außerdem treten unter Umständen auch größere Mengen von Schwefelwasserstoffgas, einem äußerst übelriechenden giftigen Gase auf, welches sich in alten ersoffenen Bauen durch Zersetzung von Schwefelkies unter Einwirkung von Wärme und Wasser bilden kann. Deshalb muß, sobald man sich mit dem Strecken- und Schachtbetriebe in einem Terrain bewegt, in welchem alte Grubenbaue vorhanden sind, mit der größten Vorsicht zu Werke gegangen werden. Es wird dann zur Sicherung gegen plötzlich hereinbrechende Wassermassen, welche häufig mit Schwefelwasserstoff übersättigt sind, stets zuerst mittelst eines langen Bohrers das Gestein sondirt, und es müssen für alle Fälle Vorkehrungen getroffen sein, welche den Arbeitern die Flucht erleichtern, beziehungsweise überhaupt ermöglichen, wie Wasser und Sicherheitsthüren, die es gestatten, die betreffende Strecke sofort von den anderen Theilen des Baues abzusperren.

Aus allen diesen Gründen ist für eine regelmäßige und ausreichende Erneuerung des Luftquantums Sorge zu tragen, und wo dieselbe nicht durch natürlichen Wetterwechsel stattfindet, muß sie auf künstlichem Wege hergestellt werden.

Zu diesem Zwecke dienen verschiedene Vorrichtungen. Die ältesten und einfachsten sind wohl die sogenannten Wetteröfen; sie beruhen darauf, daß die heiße Luft leichter ist als solche von gewöhnlicher Temperatur und nach oben steigt. Wird also beispielsweise unter einem Schachte ein Feuer entzündet, so steigt die heiße Luft im Schachte empor, gleichzeitig wird aber Luft aus den Bauen zur Feuerstelle nachrücken und an einer anderen Stelle in den Grubenbau frische Luft eintreten, es wird also auf diese Weise eine Circulation der Luft eingeleitet, welche anhält, so lange das Feuer brennt.

Solche Wetteröfen werden je nach Umständen über oder unter Tage angelegt; im ersteren Falle ist jedoch die Wirkung eine geringere, da dann die erwärmte Luftsäule kürzer ist.

Bei tiefen Schächten mit großem Querschnitte geben die Wetteröfen sehr gute Resultate, und es genügt oft eine Erwärmung der Luft um einige Grade, um sehr große Luftmengen durch die Grube zu führen. So giebt es in England viele Gruben, in welchen sich durch die Wirkung der Wetteröfen viel größere Luftmengen bewegen, als dies selbst unter Anwendung der kräftigsten Ventilatoren erzielbar wäre. Zu dem kommt noch der Vortheil, daß die Wetteröfen nicht wie die Maschinen Betriebsstörungen unterworfen sind, und daß sie überhaupt keine oder doch nur sehr geringe Reparaturen erfordern.

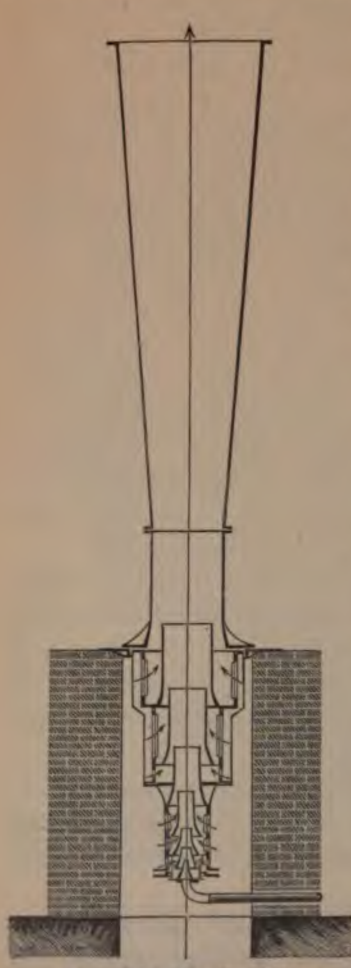
In schlagwetterführenden Gruben werden die Wetteröfen stets in solcher Weise angelegt, daß die zur Unterhaltung des Verbrennungsprocesses erforderliche Luft von außen zutritt, also nicht mit Grubengas beladen sein kann; trotzdem ist es immer in solchen Fällen eine mißliche Sache, ein offenes Feuer zu unterhalten, und daher wird die Anwendung der Ventilation durch Maschinenkraft für solche Gruben immer am empfehlenswerthesten sein.

Die maschinellen Vorrichtungen, deren man sich zur Erzeugung und Unterhaltung eines Wetterstromes von genügender Stärke bedient, sind entweder nach Art der bekannten Handventilatoren construirt, oder es finden Dampfstrahlinjectoren Anwendung.

Im ersteren Falle bewegen sich innerhalb gemauerter oder eiserner Gehäuse mächtige Flügelräder, deren Durchmesser manchmal über 12 Meter beträgt, mit entsprechender Geschwindigkeit; dieselben saugen durch die besondere schraubenförmige Anordnung der Flügel die Luft auf einer Seite an und blasen sie auf der anderen aus. Die Wirkung dieser Ventilatoren ist eine gewaltige, und indem sie die Luft aus dem Schachte aussaugen, wird dieselbe gezwungen, an einer anderen Stelle des Baues zuzutreten und denselben zu durchstreichen. Diese Ventilatoren werden meist über Tage bei der Mündung des ausziehenden Wetterschachtes aufgestellt; unter Umständen läßt man sie jedoch auch umgekehrt wirken, so daß sie dann die

Luft nicht aus dem Schachte saugen, sondern frische in denselben drücken, was sich besonders in schlagwetterführenden Gruben bewährt hat.

Würde man den an einer oder mehreren Stellen in die Grube eintretenden frischen Wetterstrom sich selbst überlassen, so würde sich derselbe auf dem kürzesten ihm zu Gebote stehenden Wege zu der ausziehenden Oeffnung bewegen, womit der Zweck der Ventilation in keiner Weise erreicht würde. Vielmehr muß derselbe durch geeignete Maßnahmen gezwungen werden, alle Arbeitspunkte, und womöglich in aufsteigender Richtung, zu durchstreichen, zu welchem Zwecke eine sorgfältige und oft wiederholte Theilung des Wetterstromes erforderlich ist. Dies geschieht durch Anbringung von Thüren und Verbauungen, ferner durch sogenannte Wetterthüren mit Aussparungen, welche je nach der durchzulassenden Luftmenge durch Schieber mehr oder minder weit geöffnet, beziehungsweise geschlossen werden.


Körting'scher Dampfstrahlinjector.
Zu Seite 294.

Die andere Art der Erzeugung des Wetterstromes besteht in der Anwendung der sogenannten Dampfstrahlinjectoren, unter welchen jene von Körting die gebräuchlichsten sind. Diese beruhen, wie alle Strahlgebläse, auf dem Principe, daß ein Dampfstrahl, sobald er aus einer engen in eine weite Düse strömt, eine Luftleere erzeugt, durch welche die den Apparat umgebende Luft eingesogen und vermöge der ihr durch den Dampfstrahl ertheilten Geschwindigkeit fortgeführt wird.

Aus nebenstehender Abbildung ist ein solcher Apparat, auf einer Schachtöffnung aufgesetzt, ersichtlich.

Der Dampfstrahl wird durch das untere Rohr in den Apparat eintreten gelassen und seine Stärke mittelst eines Hahnes regulirt. Der Dampf tritt nun durch die erste enge Düse in eine weitere, woselbst er eine Luftverdünnung bewirkt und ein gewisses Quantum Luft ansaugt, welches mitgerissen wird und mit dem Dampfe dann in die nächste Düse tritt, welche etwas weiter ist als die vorhergehende. Dieses Spiel wiederholt sich nun bis hinauf zur letzten Düse, und endlich geht der Dampf nebst dem mitgerissenen Luftquantum durch das trichterförmige Rohr ins Freie; die Wirkung dieser Apparate ist eine sehr kräftige.

Ventilation und Wasserhaltung müssen sich stets im guten Zustande befinden, und es muß auch für den Umstand Vorsorge getroffen werden, daß die maschinellen Vorrichtungen plötzlich versagen. Besonders in schlagwetterreichen Kohlengruben könnte das plötzliche Unterbrechen des Wetterwechsels eine furchtbare Katastrophe im Gefolge haben. Es ist aber noch auf einen weiteren Umstand Rücksicht zu nehmen. Tritt thatsächlich in einer Grube eine Explosion schlagender Wetter ein, so besteht oft die einzige Möglichkeit, die Ueberlebenden bis zu ihrer Errettung am Leben zu erhalten, darin, einen besonders kräftigen Wetterstrom in der Grube zu erzeugen, um die darin Befindlichen vor dem Ersticken im Nachschwaden zu bewahren. Es müssen daher die Ventilationsvorrichtungen entweder solcher Art sein, daß sie durch eine Explosion überhaupt nicht beschädigt werden können, oder sie müssen an einer solchen Stelle angebracht werden, an welcher eine Beschädigung nicht möglich ist.

Wie man sieht, hängt in vielen Fällen, in manchen Gruben geradezu immer, das Wohl und Wehe der Belegschaft ausschließlich von dem guten und richtigen Functioniren der Wetterführung ab, Grund genug, um derselben die vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Sobald der Bergmann in die Grube einfährt, sobald er sich vor Ort begiebt, um seine Schicht zu erledigen, tritt er ein in die ewige Nacht, in die kein Sonnenstrahl fällt, die nicht durch den hellen Schein des freundlichen Tagesgestirnes erwärmt und erleuchtet wird. Er muß deshalb nächst seinem Gezähe auch sein Geleuchte mitnehmen, welches mit seinem flackernden Schein nur dürftig Licht verbreitet. Nur zur Beleuchtung von wichtigen Kreuzungspunkten, von Füllörtern, Maschinenräumen, unterirdischen Pferdeställen u. s. w. kommt stationäre Beleuchtung zur Anwendung, welche dann durch gut brennende Petroleumlampen mit kräftigen Reflectoren, eventuell auch durch Gas besorgt wird. Diese Räume werden dann gewöhnlich auch mit einem Anstriche von weißer Farbe versehen, wodurch die Beleuchtung besser zur Geltung kommt. Vor Ort bedient sich der Bergmann jedoch nur seiner Grubenlampe, welche mit Rüböl, Talg oder Unschlitt gespeist wird. Kerzen kommen seltener zur Verwendung, dann gewöhnlich in mit Messing ausgeschlagenen Blenden.

In Schlagwettergruben werden besondere Sicherheits- oder Wetterlampen benützt, welche derart construirt sind, daß eine Entzündung der explosiblen Gase an der von einem engmaschigen Drahtnetze umgebenen Flamme nicht stattfinden kann. Wir werden auf diese Art der Geleuchte noch bei Besprechung der schlagenden Wetter des Näheren eingehen.

Wie auf vielen anderen mit dem Bergbaue im engsten Zusammenhange stehenden Gebieten, so war auch auf dem der Grubenbeleuchtung in den letzten Jahren insoferne ein Fortschritt zu verzeichnen, als doch schon an manchen Orten mit der elektrischen Beleuchtung begonnen wurde. Die Vortheile, welche dieselbe besitzt, sind so in die Augen springend und wohl zur Genüge bekannt, daß hier

darauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Nur sei erwähnt, daß die Beleuchtung mittelst Glühlampen nicht nur ein sehr reichliches Licht giebt, sondern daß dieselbe auch in Schlagwettergruben das Maximum der Sicherheit bietet, so daß schon aus diesem Grunde zu wünschen ist, daß die elektrische Beleuchtung der Kohlengruben bald einen größeren Umfang annehmen möge, als das heute wenigstens der Fall ist. — — —

Soll die mühevolle Arbeit des Bergmannes von Erfolg gekrönt sein, dann muß in ihr Methode liegen. Nicht nur auf das nutzbare Fossil, das er der Erde entreißen will, darf der Bergmann ausschließlich sein Augenmerk richten, und nicht nur der augenblickliche Vortheil darf ihn leiten. Sein kunstvoller Bau muß nach einem wohldurchdachten Plane zur Ausführung gelangen, wenn er jede Gefahr für die Oberwelt beseitigen will und dauernder Gewinn seine Mühe lohnen soll.



Grubenlampe. Zu Seite 295.

Der Bergmann muß sich deshalb jeden Augenblick im Klaren sein, wie sich die Lage eines jeden Punktes seines Baues zu jener der ihm bekannten Gegenstände auf der Erdoberfläche verhält. Nur durch die sorgfältige Ermittelung der Lage unterirdischer Baue gegen ihre Umgebung auf und unter der Erdoberfläche kann eine Gewähr für die sichere Herstellung und die Möglichkeit des ungestörten Betriebes der Bergwerksanlagen gefunden werden.

Bei diesen Betrachtungen drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf: Wie orientirt sich der Bergmann unter der Erde? Wie sind die Messungen bei einem Grubenbaue vorzunehmen, welche zur Gewinnung eines Grubenbildes führen, in welcher Weise wird ein solches zur Darstellung gebracht?

Alle die hierzu erforderlichen Methoden, die Instrumente und Vorrichtungen bilden in ihrer Gesammtheit einen eigenen Zweig der Vermessungskunde, welcher als Markscheidekunst bezeichnet wird. Der Name wurde gewählt, da es auch zu den Aufgaben des Markscheiders gehört, zwischen benachbarten Gruben Marken zu scheiden, d. h. die Grenzlinien zu bestimmen.

In der finsteren Grube fehlt der freie Ausblick, und die Räumlichkeiten sind für die Aufstellung von Meßinstrumenten beschränkt. Aus diesem Grunde benützt die Markscheidekunst Instrumente und Meßmethoden, welche für die Thätigkeit des Vermessenden im freien Felde zumeist entbehrlich sind.

Hat man den Grundriß eines Grubenbaues hergestellt, und legt man auf diesen einen auf durchsichtiges Papier gezeichneten Plan, in welchem alle über dem

Bergwerke auf der Erdoberfläche befindlichen Objecte eingezeichnet sind, derart, daß die in der Natur lothrecht übereinanderliegenden Punkte sich auch im Bilde decken, so gewinnt man eine klare Uebersicht über die Lage des Grubenbaues zur Erdoberfläche bezüglich seiner horizontalen Ausdehnung. Zur Ergänzung ist allerdings noch ein Aufriß erforderlich, welcher auch die Tiefenverhältnisse anschaulich macht.

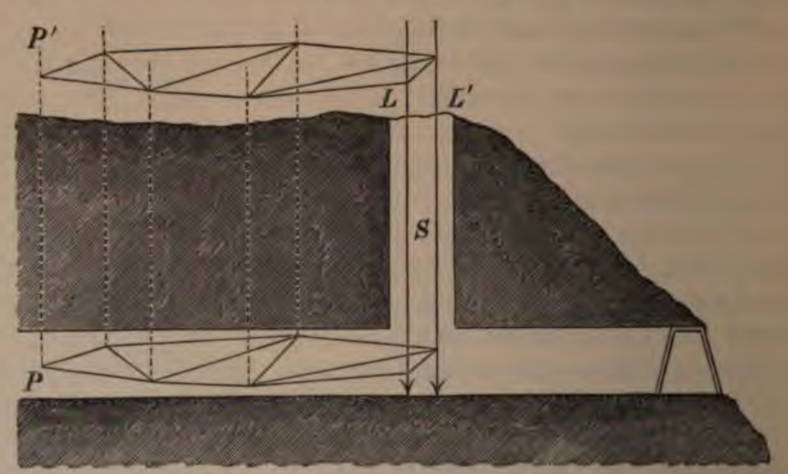
Es unterliegt im Allgemeinen keiner großen Schwierigkeit, das Bild des Grubenbaues, sowie der darüber liegenden Taggegend jedes für sich durch Vermessung zu gewinnen. Dann bleibt aber noch eine wichtige Aufgabe zu lösen, nämlich die Ermittelung der gegenseitigen Lage oder die richtige gegenseitige Orientirung der beiden Pläne.

Die erste Lösung dieser Aufgabe hat schon der berühmte Mathematiker Heron von Alexandrien gelehrt, der 100 Jahre vor Christi lebte und dessen Lehrbuch der Vermessungskunst durch Jahrhunderte im Gebrauche stand. War z. B. ein unterirdischer Stollen gelehrt, und mußte auf der Erdoberfläche ein Punkt gesucht werden, von welchem aus ein vertical ausgegrabener Schacht einen bestimmten Punkt des Stollens trifft, so wurde zur Lösung dieser Aufgabe unter der Erde zwischen dem gewählten Eintreffpunkte P (siehe die Abbildung auf Seite 298) des herzustellenden Schachtes und zwei durch einen schon vorhandenen Schacht S vom Tage aus bis in die Tiefe des Stollens eingehängten Lothen L L' ein Zug langgestreckter Dreiecke aus gut gespannten Schnüren hergestellt und durch lineare Messungen in seiner Gestalt möglichst sorgfältig bestimmt. Steckt man hierauf an der Oberfläche des Berges im Anschlusse an die durch den Schacht in die Tiefe gehängten Lothe einen zweiten Dreieckszug aus, welcher nach seiner Lage, Form und Größe dem unterirdischen Zuge genau entspricht, so mußten sämmtliche Dreieckspunkte beider Züge lothrecht übereinander liegen, so daß man sie durch verticale Schächte hätte verbinden können. Der Endpunkt P' ist dann der gesuchte Punkt, von welchem aus ein verticaler Schacht hergestellt werden kann, der den Stollen im Punkte P trifft.

Die Dehnbarkeit der Schnüre bei der Herstellung des zweiten Dreieckszuges über Tage bildet aber eine Fehlerquelle, durch welche die erhaltenen Resultate oft sehr ungenau wurden. Besonders mißlich wurde aber die Sache, wenn die Aufgabe vorlag, von zwei entgegengesetzten Seiten her einen Stollen nach einem gemeinschaftlichen Eintreffspunkte zu treiben. Diese Stollen trafen dann nur sehr selten aufeinander, und es war unter Umständen recht schwierig, die Verbindung zwischen beiden Theilen herzustellen.

Als Kaiser Claudius unter Aufwendung bedeutender Summen einen Entwässerungsstollen durch den Monte Salviano zwecks Ableitung des sehr häufig seine Ufer überfluthenden Fucinosees in Mittelitalien anlegen ließ, suchte man die Einhaltung der Richtung dieses 6000 Meter langen, 3 Meter hohen und 1·8 Meter breiten Stollens in der Weise zu ermöglichen, daß auf der ganzen Strecke nicht weniger als 40 Schächte von 80—122 Meter Tiefe abgeteuft wurden, von deren tiefsten Punkten aus man dann die Stollen gegeneinander

trieb. Dies für jene Zeit gewaltige Werk gelang auch, begreiflicherweise verursachte jedoch die Erhaltung dieses Stollens bedeutende Mühe, und so kam es, daß dieser Stollen, an welchem 30.000 Arbeiter elf Jahre hindurch, von 42 bis 53 n. Chr., sich gemüht hatten, wieder in Verfall gerieth. Als nun Fürst Torlonia in den Jahren 1862—1875 diesen Stollen abermals in Stand setzte, und dadurch 14.000 Hektar culturfähiges Land dem Fucinosee abgewann, konnte man die bedeutenden Abweichungen constatiren, welche bei der ersten Anlage durch die Unkenntniß einer geeigneten Orientirungsmethode bedingt wurden, und welche zeigten, unter welch schwierigen Verhältnissen der Bergmann in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung arbeiten mußte: nicht nur daß sein Gezähe höchst unvollkommen war, er vermochte sich auch unter der Erde nicht in der Weise zu



Beispiel einer Grubenvermessung. Zu Seite 297.

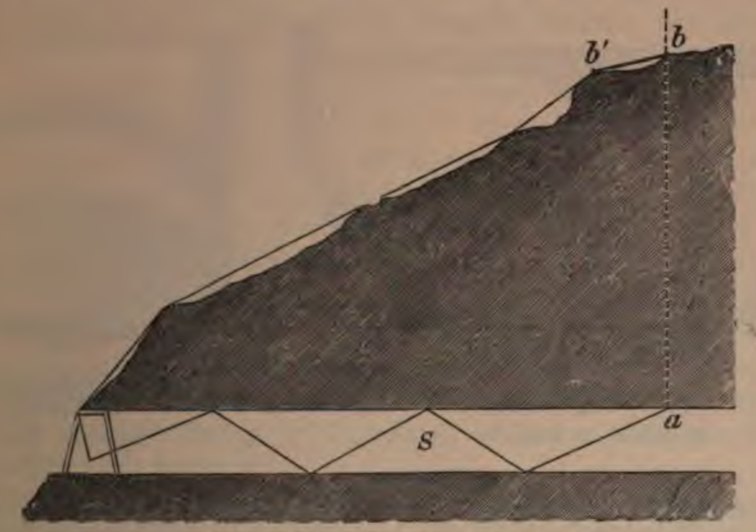
orientiren, wie es heute möglich ist und wie wir es als selbstverständlich ansehen. Die Leiter dieses Werkes, die sich im ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung abmühten, die Richtung des Stollens einzuhalten, sie ahnten wohl nicht, daß ihre Nachkommen — allerdings 18 Jahrhunderte später — Gebirgsmassive mit zwölf und mehr Kilometer langen Stollen durchfahren werden, daß die Tunnels nicht geradlinig, sondern in einer Spirale durch den Berg führen, und daß trotzdem die Achsen der beiden Richtstollen nach erfolgtem Durchschlage sich in der Fläche eines Kreuzers treffen.

Bis zum XIII. Jahrhundert hatten die deutschen Bergleute die Richtu[illegible] ihrer Erzgänge und der auf denselben getriebenen Grubenbaue lediglich nach de[illegible] Weltgegenden oder nach dem Stande der Sonne zu verschiedenen Tageszeiten bemessen und die Erzgänge demgemäß nach ihrer Richtung als Morgen-, Spat[illegible] oder flache Gänge unterschieden. Vom XIV. Jahrhundert an wird die Magn[illegible] nadel im Bergbaue zu Richtungsangaben verwendet.

Die erste ausführliche Beschreibung des bergmännischen Compasses und seines Gebrauches giebt Georg Agricola in seinem schon erwähnten Buche »De re metallica«, welches im Jahre 1556 zu Basel in lateinischer Sprache erschien.

Das von Agricola beschriebene Orientirungsverfahren mit dem Berg- und Setzcompaß bestand darin, daß man von einem durch Absenkeln vom Tage aus in der Grube bestimmten Anhaltspunkte ausgehend durch sämmtliche unterirdische Strecken einen Zug von Schnüren spannte und für jede einzelne Schnur dieses Zuges mit dem Setzcompaß die Streichrichtung oder Compaßkunde, mit der Lachterschnur aber das Längenmaß ermittelte.

Sollte nun zu irgend einem Punkte des Grubenzuges der auf der Erdoberfläche befindliche, genau vertical darüberliegende angegeben werden, so steckte



Beispiel einer Grubenvermessung. Zu Seite 300.

man den unterirdisch ausgemessenen Zug nach den beobachteten Compaßstunden und Schnurlängen von dem oberirdisch gewählten Anhaltspunkte ausgehend auf der Tagesoberfläche wieder aus.

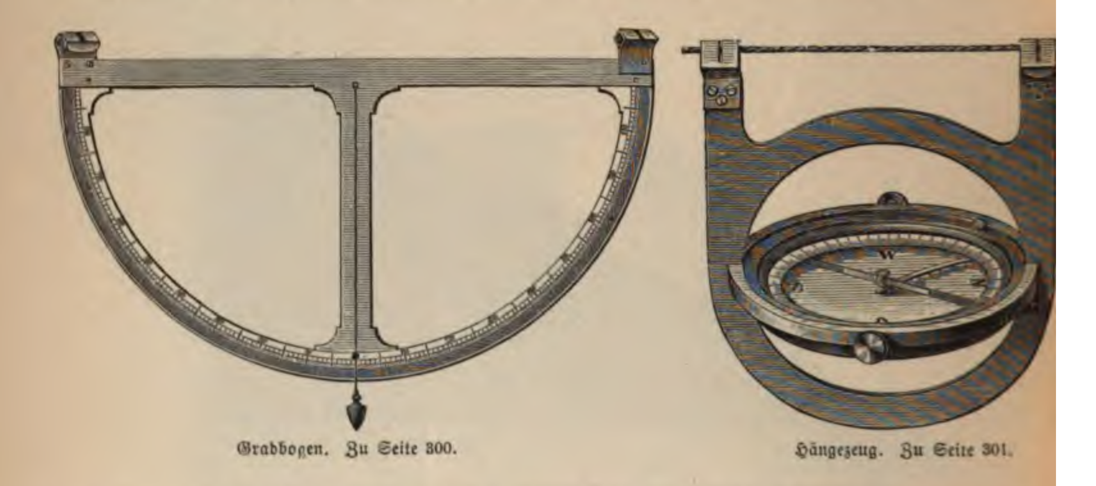
Auch diesem Verfahren hafteten die Mängel jenes von Heron noch in hohem Maße an. Bei dem Wiederausstecken mußten sich naturgemäß Fehler und somit Verschiebungen in den Punkten ergeben. Eine Hauptschwierigkeit und damit ein großer Nachtheil der Methode lag aber darin, daß es oft wegen der Terrainverhältnisse oder durch im Wege stehende Häuser, Bäume &c. unmöglich war, den Linienzug auf der Erdoberfläche genau übereinstimmend und parallellaufend mit jenem in der Grube auszustecken.

Wir wenden uns nun mit einem großen Sprung in der Geschichte der bergmännischen Vermessungskunst jener Art der Magnetorientirung zu, welche von

den angeführten Uebelständen völlig frei ist und noch heute im Gebrauche steht, weil sie die Erreichung eines für die meisten bergmännischen Vermessungen hinreichenden Grades der Genauigkeit ermöglicht.

Wir wollen die Anwendung dieser Methode an dem ersten Beispiele zeigen und durch eine weitere Skizze (siehe die Abbildung auf Seite 299) erläutern. Es soll wieder vom Tage aus ein Schacht in der Weise abgeteuft werden, daß er den Stollen S im Punkte a trifft. Es soll der Punkt b gesucht werden, von welchem aus der Schacht in Angriff genommen werden muß.

Zu diesem Zwecke wird von a ausgehend ein Schnurzug gespannt, und zwar durch den Stollen S bis zum Stollenmundloch und von hier weiter auf der Erdoberfläche bis zu einem Punkte b′, der sich beiläufig an der Stelle des gesuchten



Gradbogen. Zu Seite 300. Hängezeug. Zu Seite 301.

Punktes b befindet. Die einzelnen Schnurstücke besitzen dann eine ganz beliebige Länge, wie sich dieselbe eben ergiebt, wenn allen Hindernissen ausgewichen wird. Man mißt nun mit Hilfe von Maßstäben die Länge der einzelnen Schnurstücke, bestimmt ihre Neigung mit einem Gradbogen und ihre Richtung nach der Weltgegend mit Hilfe des Compasses, also die Winkel, welche sie mit der Magnetnadel einschließen. Die ebengenannten Instrumente bilden die wichtigsten Bestandtheile des sogenannten sächsischen Schienzeuges.

Der **Gradbogen** ist ein aus dünnem Messingblech geschnittener und durchbrochener Halbkreis, an welchem sich Haken zum Aufhängen an die gespannte Schnur befinden. Oben befindet sich ein kleines Loch, durch welches ein feines Menschenhaar gezogen wird, das hinter dem Loche mit Wachs befestigt wird und an seinem Ende einen kleinen Senkel aus Messing trägt. Der Gradbogen dient zur Bestimmung des Neigungswinkels der einzelnen Schnüre.

Die Richtung der Schnüre nach der Weltgegend wird mit dem Compaß gemessen, der zu diesem Zwecke in das sogenannte Hängezeug eingehangen wird.

Das Hängezeug besteht aus zwei Messingringen, welche genau im rechten Winkel miteinander verbunden sind. Der eine Ring ist mit Haken zum Aufhängen auf der gespannten Schnur versehen und der zweite, der Compaßkranz, besitzt zwei Schrauben zur Aufnahme des Compasses, der darin stets horizontal gestellt werden kann.

Man hat also Länge, Neigung und Richtung der einzelnen Schnüre bestimmt. Jetzt unterliegt es keiner Schwierigkeit, entweder durch Zeichnung in verjüngtem Maßstabe oder auch durch Rechnung Länge, Neigung und Richtung der Verbindungslinie bb' des angenommenen Punktes b' zu finden und somit auch den Punkt b auf der Erdoberfläche auszustecken.

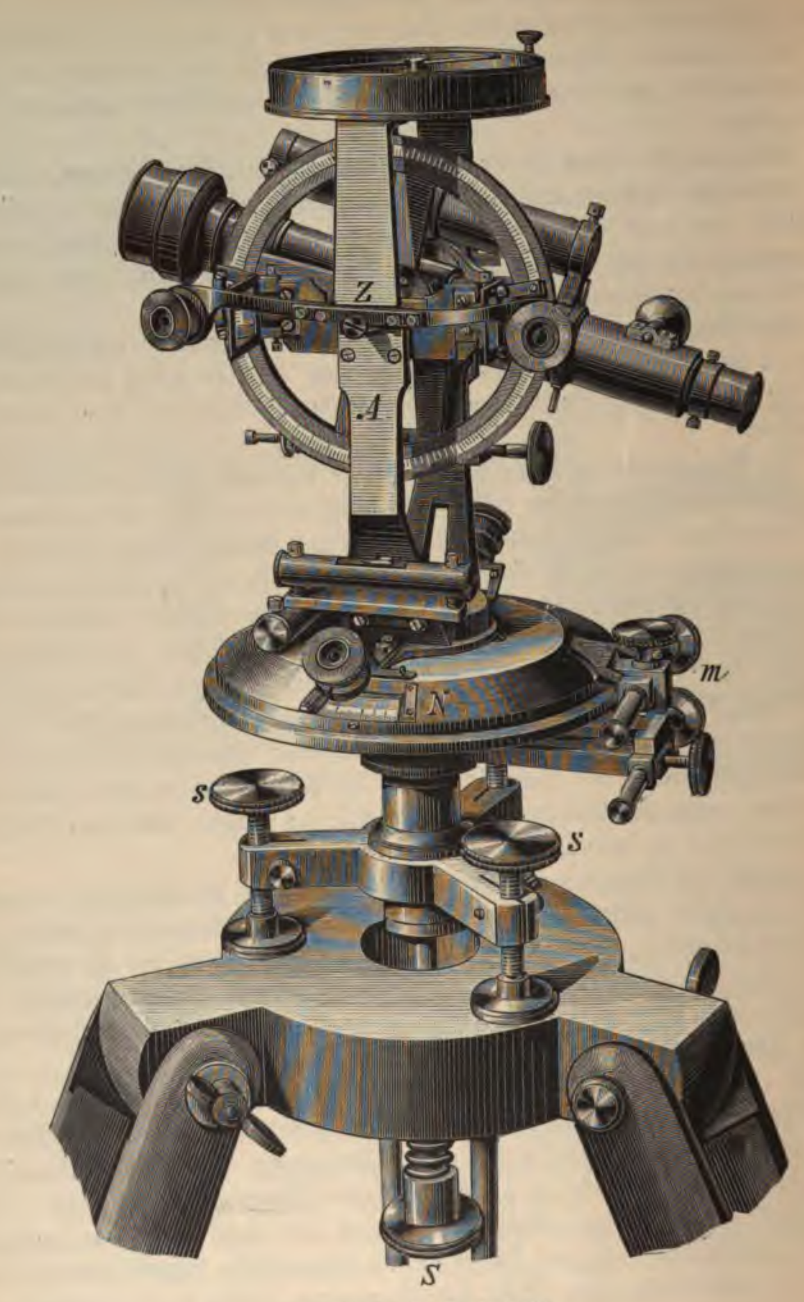
Der Bergmann hat viele ähnliche, und zum Theile weit complicirtere Aufgaben zu lösen. Aus dem besprochenen Beispiele ist man gewiß im Stande, sich von der Art, wie er die Lösung dieser Aufgaben vollzieht, eine Vorstellung zu machen.

Die Magnetnadel unterliegt bezüglich ihrer Anwendung für genaue Messungen einer wesentlichen Beschränkung dadurch, daß sie nur im völlig störungsfreien Gebirge zuverlässige Angaben liefert. In eisenhältigen Gruben, sowie in Gruben mit eisernem Ausbaue versagt die Magnetorientirung und sie muß durch solche Methoden ersetzt werden, bei welchen die Nähe von Eisen keinen störenden Einfluß äußert.

Schon im XVI. Jahrhundert wurde in solchen Fällen eine Winkelscheibe verwendet, die auf ihrer Oberfläche mehrere mit farbigem Wachs ausgefüllte concentrische Rillen trug. Diese Scheibe diente zur Bestimmung der Richtung der Schnurzüge. Aus dieser Vorrichtung entwickelte sich das als »Eisenscheibe« bezeichnete Instrument, bis man endlich auf die Anwendung des Grubentheodolits kam, dessen erste Einführung in Deutschland im Jahre 1798 dem Professor W. Breithaupt zu danken ist.

Obwohl die Orientirungsmessungen mit Hilfe der Magnetnadel, wie schon erwähnt, in vielen Fällen eine vollkommen hinreichende Genauigkeit gestatten, so findet doch bei wichtigen Grubenvermessungen die Anwendung des Grubentheodolits auch in solchen Gebieten, in welchen Störungen der Magnetnadel nicht zu fürchten sind, wegen der großen Genauigkeit, welche sich mit diesem Instrumente erzielen läßt, eine immer größere Anwendung.

In erster Linie dient der Theodolit zur Bestimmung des Winkels, welchen zwei Visirebenen mit einander einschließen. Diese Ebenen sind vertical, die Schenkel des zu messenden Winkels daher horizontal. Mit einem vollständigen Theodoliten kann man auch Höhenwinkel, d. i. Winkel, deren Ebene vertical ist, messen. Eine Aufsatzlibelle macht sie zum Nivelliren geeignet, und man findet die Fernrohre mancher Theodoliten auch zum Distanzmessen eingerichtet. Letztere Zuthaten sind jedoch nur nebensächlich, der Zweck des Theodoliten bleibt die Bestimmung von Winkeln. Die Bestandtheile eines modernen Grubentheodoliten (siehe die Abbildung auf Seite 302) sind folgende.



Grubentheodolit. Zu Seite 303.

Ein durch die Stellschrauben s horizontal stellbarer Kreis, der Limbus, elcher mit einer sehr genauen Gradeintheilung versehen ist, läßt sich mit der hlen Verticalachse oder Hülse unverrückbar durch die Schraube S an den Zapfen s Stockstativs befestigen. In der Ebene des Kreises bewegt sich, mit dem Fern- hre verbunden, die Alhidade, ein Zeiger, der einen Nonius N trägt. Die Lage s Nullpunktes des Nonius gegenüber der Gradeintheilung ändert sich gleichmäßig it der Veränderung der Visirrichtung, denn der Nonius besitzt die gleiche inkelgeschwindigkeit. Manche Theodoliten sind mit zwei von einander um 180° bstehenden Nonien versehen, wodurch man zwei Ablesungen ermöglicht und eine rößere Sicherheit und Genauigkeit bei der Winkelbestimmung erzielt wird.

Die Alhidade kann in jeder Lage durch eine Klemmschraube festgehalten erden; in diesem Falle ist jedoch noch eine feine Horizontalbewegung durch die Mikro- eterschraube m möglich. Das Fernrohr besitzt eine 18malige Vergrößerung, und t um die Querachse z, welche auf den Fernrohrträgern A aufruht, drehbar. Eine ewegung des Fernrohres im verticalen Sinne, also um die Achse z, wird auch em verticalen Gradbogenverticalkreis, eine Bewegung im horizontalen Sinne agegen der Alhidade mitgetheilt.

Um nun mit Hilfe dieses Instrumentes einen Winkel zu messen, wird zunächst n der Richtung des einen Schenkels visirt und der Limbus mit Hilfe der Nonien bgelesen. Dann wird das Fernrohr, welches zu diesem Zwecke mit einem Faden- reuze versehen ist, in der Richtung des anderen Schenkels eingestellt und ebenfalls ie Ablesung vorgenommen. Die Differenz beider Werthe giebt die Größe des Winkels an. In gleicher Weise wird vorgegangen, wenn es sich um Messung ines in der Verticalebene gelegenen Winkels handelt, nur findet dann die Ab- esung am Verticalkreis statt.

Die Anwendung der auf diese Weise mit Hilfe des Theodoliten erhaltenen Daten ergiebt sich beispielsweise nun daraus, daß man mittelst der trigonometrischen Functionen bei Kenntniß eines Winkels und einer anschließenden Seite eines Drei- ckes die Länge der beiden anderen Seiten, beziehungsweise die beiden anderen Winkel berechnen kann.

Es würde uns auf ein Gebiet führen, welches sich ohne weit aus- olende Erklärung nicht mit wenigen Worten abthun ließe und welches sich über- ies auch, wie alle mathematischen und geometrischen Abhandlungen, durch eine ewisse Trockenheit auszeichnet, wenn wir hier näher auf das Wesen der Markscheide- unst eingehen und uns mit der Lösung schwieriger Aufgaben derselben befassen wollten. Das Mitgetheilte mag aber genügen, um darzuthun, daß der Bergmann unter der Erde nicht blind wie der Maulwurf seine Gänge zieht, sondern daß es ihm möglich ist, mit Hilfe der markscheiderischen Operationen auch Punkte im Erdinnern, welche erst erschlossen werden sollen, beispielsweise jenen Punkt, an welchem zwei unter einem Winkel gegeneinander zu treibende Strecken sich treffen werden, mit absoluter Sicherheit vorauszubestimmen, beziehungsweise die Richtung

der Strecken anzugeben, so daß sie sich genau in dem vorbezeichneten Punkte treffen müssen. . . . . .

In großen Zügen haben wir nun die technischen Hilfsmittel des Bergbaues geschildert. Langsam und allmählich haben sich dieselben entwickelt, und erst nach und nach erreichten sie den heutigen, vollkommenen Zustand, in welchem sie aber durch ihre Großartigkeit, durch die Genialität, mit welcher sie ersonnen sind, unsere Bewunderung uneingeschränkt verdienen.

Wenn wir vor unserem geistigen Auge nochmals all die verschiedenen Maßnahmen, die Apparate und Geräthe, die mächtigen maschinellen Anlagen, sowie gewisse chemische Präparate, wie die Sprengstoffe, deren sich heute der Bergmann bedient, vorbeiziehen lassen, so sehen wir, daß dieselben alle nur auf der entsprechenden Anwendung physikalischer und chemischer Gesetze beruhen, daß also zu ihrer Schaffung die Kenntniß der Naturgesetze im Allgemeinen erforderlich war. Und wie seinerzeit die neu erstandenen Wissenschaften Mineralogie, Geologie und Geognosie befruchtend und neu belebend auf den Bergbau einwirkten, indem sie denselben zu einer Wissenschaft für sich erhoben und blinden Aberglauben bekämpften, so sind auch hier wieder die zwei grundlegenden Wissenschaften, Physik und Chemie, gewissermaßen die Basis, auf welcher sich das große Gebäude der technischen Hilfsmittel des modernen Bergbaues erhebt.

Mit einem Worte: der moderne Bergbau ist nichts Anderes, als angewandte Naturwissenschaft.

Auch hier bewahrheitet sich Goethe's Wort:

Wer sie nicht kennte die Elemente,
Ihre Kraft und Eigenschaft,
Wäre kein Meister über die Geister.



Der Bergmann.



Unter unseres Hammers Schlägen
Quillt der Erde reicher Segen
Aus der Felsenkluft hervor.
Was wir in dem Schacht gewonnen,
Steigt zum reinen Glanz der Sonnen,
Zu des Tages Licht empor.
Herrlich lohnt sich unser Streben,
Bringet eine gold'ne Welt
Und des Demants Pracht zu Tage,
Die in finst'rer Tiefe schwellt.
Th. Körner. (Die Bergknappen.)



Ober-Berghauptmann.
(Ende des XVII. Jahrhunderts.)

Wohl bei keiner anderen Thätigkeit des Menschen tritt uns in solcher Weise, wie dies beim Bergbaue der Fall ist, die Erscheinung entgegen, daß die Beschäftigung selbst einen tiefgehenden Einfluß auf jene ausübt, welche sich ihr gewidmet haben: daß diese sich zu einem eigenen Stand enge zusammenschließen, welcher sich nicht nur durch Tracht und Sitte, sondern auch durch die eigenartige Ausdrucksweise, durch Gebräuche und Tradition, durch Glauben und Aberglauben scharf abgrenzt und in gewissem Sinne einen Staat im Staate bildet. So kommt es denn, daß wir in jenen Districten, in welchen Bergbau getrieben wird, einen anderen Menschenschlag vor uns zu haben meinen, der sich wesentlich von der umwohnenden, ackerbautreibenden Bevölkerung unterscheidet und der durch alle seine
mlichkeiten unser Interesse in hohem Maße verdient und in Anspruch nimmt.
e Ursache dieser Erscheinung aber, daß der Bergmann in seinem Wesen
n Gewohnheiten so ganz anders ist als andere Kreise der Bevölkerung,
r in verschiedenen Umständen zu erblicken, die wohl darnach angethan
n tiefgehenden Einfluß auf seinen Charakter auszuüben.

Eine dieser Ursachen haben wir in der ganzen historischen Entwickelung des Bergbaues zu erblicken. Schon in früheren Zeiten wurde die Bedeutung desselben voll anerkannt und durch verschiedene Begünstigungen sein Aufblühen gefördert. Da war es denn selbstverständlich, daß auch manches Beneficium dem Bergmanne selbst zufiel, daß derselbe bald einem privilegirten Stande angehörte und sich in Folge dessen mit seines Gleichen zusammenthat, um seine Rechte zu wahren und dieselben zur Geltung zu bringen. Allerdings hat sich dieser Factor mit der Zeit immer mehr und mehr verwischt und der Stand des Bergmannes ist heute allen anderen Berufsclassen vollkommen gleichgestellt, die Tradition des treuen Zusammenstehens hat sich aber erhalten. Diese Verhältnisse können wir auch heute noch deutlich wahrnehmen und manchen Gebrauch, manche Sitte, die speciell der bergbautreibenden Bevölkerung eigenthümlich ist, bis auf ihren Ursprung in längst vergangenen Tagen verfolgen.

Einen gewiß noch größeren Einfluß auf den Charakter des Bergmannes hat jedoch die Art und Weise seiner Beschäftigung selbst genommen, und sie war es wohl in erster Linie, welcher die Erhaltung all dieser Eigenarten zu danken ist. Denn wie vor tausend Jahren, so umfängt sie noch heute mit ihren Erfolgen und Leistungen, mit ihren Gefahren und ihrer Poesie die Sinne des Bergmannes und modelt und bildet dessen Denkweise und Charaktereigenthümlichkeiten.

Dies ist aber auch ganz begreiflich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Bergbau in der Regel in Gegenden getrieben wird, welche weit entfernt liegen von jedem Verkehre und besonders von dem ernüchternden und nivellirenden Einflusse des großstädtischen Lebens, so daß sich auf seinen Beruf nothwendigerweise das Sinnen und Trachten des Bergmannes concentriren muß. Denn für ihn ist das Bergwerk, in dem er gewöhnlich von Kindheit auf beschäftigt war, kein lebloses Ding, er verwächst vielmehr mit demselben, nimmt innigen Antheil an allen Vorkommnissen und fühlt sich schließlich als ein Theil des Ganzen. Dazu kommt ein gewisses Standesbewußtsein, ein Gefühl der Erbgesessenheit, denn gewöhnlich hat nicht nur er und sein Vater, sondern wohl auch schon der Großvater und der Urahne in denselben Schächten und Stollen gearbeitet, die er täglich durchfährt.

Von großer Tragweite ist ferner auch der Umstand, daß der Bergmann sich täglich und stündlich von Gefahren umgeben weiß, mit welchen er unausgesetzt rechnen, gegen welche er fortwährend ankämpfen muß. Und will es das Verhängniß, daß eine Katastrophe mit elementarer Gewalt über ihn hereinbricht, und befindet er sich unter den direct von derselben Betroffenen, dann weiß er, daß ihn in den meisten Fällen nur ein blinder Zufall retten wird, so daß er sich gewöhnt, dem Tode ins Auge zu sehen. Doch rechnet er in solchen Fällen sicher auf die Hilfe seiner Kameraden, und ebenso ist er jederzeit bereit, sein Leben in die Schanze zu schlagen, gilt es, einem geschehenen Unglücksfalle durch rasches Beispringen wenigstens einen Theil seiner Schrecknisse zu nehmen. Wohl schwächt sich das Gefühl, einer Gefahr gegenüber zu stehen, sehr rasch ab, wenn dies unaus-

gesetzt der Fall ist, und auch beim Bergmanne kommt dieser glückliche Hang zum Leichtsinne, der uns die Gefahren, welche die nächste Minute bringen kann, vergessen läßt, zum Ausdrucke. Trotzdem wird er sich wohl mehr im Geiste damit beschäftigen als andere, denn er arbeitet in der Tiefe, in die nie ein Strahl des Sonnenlichtes blickt, und die ewige Nacht, in der er einen großen Theil seines Lebens verbringt, die Ruhe und das große ernste Schweigen, das ihn umgiebt, sie stimmen ernst und regen zum Nachdenken an. Sie beleben aber auch die Phantasie, und der Bergmann bevölkert sein Reich mit allerlei Gestalten, mit guten und bösen Geistern, die ihn theils vor drohender Gefahr warnen, theils aber auch darauf ausgehen, ihn und seiner Hände Werk zu vernichten und zu verderben.

Alle diese Factoren haben zusammengewirkt, um die Eigenthümlichkeiten des deutschen Bergmannes zu bilden und zu schaffen. Zähe hängt er an alter Sitte und Gewohnheit, und die wechselnde Mode der Zeit geht nahezu spurlos an ihm vorbei, muthig ist er und ausdauernd, gilt es der Gefahr entgegenzutreten. Ein tiefer, religiöser Sinn ist ihm gegeben, und wenn auch mitunter seine rege Phantasie absonderliche Gestalten erstehen läßt, die er selbst gesehen haben will, und an welche er fest glaubt, so müssen wir dies füglich auch weniger als blinden Aberglauben auffassen, sondern als die »Lust zu fabuliren«, welche jedem Menschen in höherem oder geringerem Grade angeboren ist, wozu ihn sein Aufenthalt in der Tiefe noch besonders anregen muß. Dazu ist der Bergmann ernst, still und in sich gekehrt, er ist in der Regel kein Freund lärmender Vergnügungen, wenn ihm auch jener Frohsinn und die Heiterkeit nicht fehlen, deren sich jene erfreuen, welche Befriedigung in ihrem Berufe finden. Scheffel, der unsterbliche Sänger des »Trompeter von Säkkingen« hat mit drei Worten dies trefflich gekennzeichnet, da er den Erdmann zu jung' Werner sagen läßt: »Tiefe schafft Bescheidenheit.«

Diese Charakteristik des Bergmannes trifft aber nur dort zu, wo der Bergbau von altersher betrieben wird, wo sich ein Stamm von Familien bilden konnte, deren Angehörige sich schon seit langer Zeit dem Bergbaue widmen, wo also sich die Tradition erhalten hat. Und dies ist nur in jenen Districten der Fall, in welchen Erzbergbau getrieben wird, dort stoßen wir noch hier und da auf Ueberreste aus alter Zeit, die uns an die vergangenen Tage des in sich abgeschlossenen Bergmannslebens erinnern. Heute ist dies wohl in mancher Beziehung anders geworden.

Die im Gebirge tief versteckten Erzgruben sind durch die Eisenbahnen dem Verkehre nähergerückt worden, und dies brachte es wieder mit sich, daß aus anderen Gegenden Arbeiter zuströmten, die andere Sitten und Gebräuche mitbrachten oder auf ihren Fahrten durch die Welt überhaupt jede Eigenart abgestreift hatten. Der Erzbergbau mußte intensiver betrieben werden, maschinelle Hilfsmittel wurden herangezogen, und sie verdrängten die alte Schlägel- und Eisenarbeit, die Gesetzgebung war genöthigt, viele alte Vorrechte aufzuheben, der ursprünglich mehr patriarchalische Betrieb der Bergwerke wich den modernen Anforderungen, und

überhaupt zerbrach die aufblühende Gewerbefreiheit die Schranken, welche den Bergbau noch von anderen Gewerben abgesondert hielten. So wurde der Bergbau selbst nach und nach ein Gewerbe wie jedes andere, und damit ging auch leider so manche Eigenart desselben verloren. Wohl hat sich noch hier und da ein Ueberrest aus alter Zeit erhalten, aber im Großen und Ganzen hat die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts einen Wandel geschaffen, der wohl in vieler Beziehung Vortheile brachte, durch den aber auch so manche ehrwürdige Ueberlieferung, so mancher schöne Gebrauch des Bergmannes ein Ende nahm.

Haben sich beim Erzbergbaue noch Spuren aus alter Zeit erhalten, so vermissen wir dieselben beim Kohlenbergbaue vollständig. Dies hat aber seine Ursache nicht allein in dem Umstande, daß dieser, heute so überaus wichtige Zweig des Bergbaues sehr jungen Datums ist, sondern sie ist auch darin zu suchen, daß der Kohlenbergbau nicht von erbgesessenen Arbeitern betrieben wird. In den Steinkohlenrevieren suchen vielfach solche Gewerbsleute, welche den Winter über wenig oder nichts zu thun haben, wie Maurer, Zimmerleute, selbst Bauern im Bergwerke eine lohnendere Beschäftigung, bis ihnen der Frühling wieder neue Arbeit in ihrem eigentlichen Fache bringt; sie lassen sich als Bergleute anlegen, sind aber herzlich froh, wenn sie diesem Berufe wieder Valet sagen können. Es ist begreiflich, daß sich unter solchen Verhältnissen keine Tradition entwickeln kann, daß überhaupt dort alle Liebe zum Bergmannsfache verloren geht, und auch die Poesie, die diesen Stand sonst wunderbar umwob, nicht gekannt wird.

Am deutlichsten sehen wir dies an den bergmännischen Sagen. Während sich diese bei den Erzbergleuten wenigstens an manchen Orten erhalten haben, sind sie in den Kohlenrevieren vollständig unbekannt, und wenn uns dort doch einzelne Sagen entgegentreten oder wir Redensarten hören, welche unzweifelhaft dem Sagenkreis des Bergmannes entlehnt sind, so können wir sicher sein, daß sie nicht an Ort und Stelle erfunden wurden. Dann ist gewöhnlich ein alter Erzbergbau in der Nähe, es stehen die Kohlenbergleute mit den Erzbergleuten in unmittelbarem Verkehr, oder aber es wurden Erzbergleute zu den Gesteinsarbeiten in den Kohlengruben herangezogen, wie dies vielfach der Fall ist, und welche dann die ihnen geläufigen Sagen in Umlauf versetzten.......

Trotz dieses allmählichen Verfalles des alten Bergmannsstandes hat sich aber doch mancher Ueberrest aus alter Zeit herüber gerettet auf unsere Tage und wird gepflegt und verdient es auch, erhalten zu werden. Vornehmlich ist dies bei der Ausdrucksweise des Bergmannes und bei seiner Tracht der Fall.

Die Sprache des Bergmannes ist reich an verschiedenen Ausdrücken, deren er sich bedient, um Geräthe, Thätigkeiten, Einrichtungen u. s. f., die zum Betriebe der Grube unerläßlich sind, zu bezeichnen, und häufig sind diese Ausdrücke in solcher Weise gewählt, daß sie oft einen kürzeren oder längeren Satz ersetzen. Mehrere dieser bergmännischen Ausdrücke haben wir schon kennen gelernt; ein Beweis, wie ausdrucksvoll sie in der Regel sind, ist darin gelegen, daß viele derselben nicht nur

in die Sprache der Wissenschaft, sondern auch in jene des Lebens übergegangen sind, was gewiß nicht der Fall gewesen wäre, könnte man sich ihrer nicht mit Vortheil bedienen. All diese Ausdrücke, deren Wurzeln sich in vielen Fällen heute kaum mehr auffinden lassen, entstammen früheren Jahrhunderten, sie erhielten sich durch die Ueberlieferung und sind dem Bergmanne noch ebenso Fleisch und Blut, wie seinem Vorgänger vor hunderten von Jahren, oder vor noch längerer Zeit. Der Kohlenbergbau hat diese Ausdrücke vollständig übernommen, in der Fachliteratur sind sie durchwegs eingebürgert, ja es giebt sogar eigene bergmännische Wörterbücher, welche in alphabetischer Folge die bergmännischen Ausdrücke anführen und hierzu die nöthige Erläuterung geben; es sind dies dicke Bände, bei deren Durchsicht man erst einen Begriff von der Fülle und dem Reichthume der Sprache des Bergmannes erhält. Gehen somit auch die sonstigen Eigenarten des Bergmannes im Strome der Zeit verloren, so ist doch wenigstens nicht zu fürchten, daß auch seine Sprache, seine Ausdrucksweise ebenfalls verdrängt wird und in Vergessenheit geräth.

Da die Ausdrucksweise des Bergmannes überhaupt auf ein so hohes Alter zurückblicken kann, wäre man wohl auch geneigt, dasselbe dem sinnigen und inhaltsvollen Bergmannsgruße »Glück auf!« zuzusprechen. Dies trifft jedoch nicht zu, denn derselbe dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach erst im XVII. Jahrhunderte entstanden, aber erst in der zweiten Hälfte desselben allgemein in Gebrauch gekommen sein. Seine Entstehung ist wohl auf die Zusammenziehung des Wunsches: »Das Glück schließe sich dir auf« zurückzuführen und bedeutet wohl zunächst, dem Bergmanne möge ein reicher Bergsegen zutheil werden. In diesem Sinne schreibt auch der schon citirte Freyberger Bergassessor Christoph Herttwig in seinem »Bergbuch« (1734):

»Glück-auff! ist der Bergleute gewöhnlicher Gruß. Und würden sie sehr übel empfinden wenn einer sagen wollte: Glück zu. Indeme die Klüfte und Gänge sich nicht zu- sondern auffthun müssen.«

Herttwig fährt dann fort:

»Bißweilen gebrauchen sich die Bergleute bey ihren Zusammenkunfften auch wohl dieses Grußes: Glück auff! alle miteinander, Bergmeister, Geschworne, Steiger, Schlegel-Gesellen, wie ihr versammelt seyd. Mit Gunst bin ich aufgestanden, mit Gunst setze ich mich wieder nieder, grüßete ich das Geleg nicht, so wäre ich kein ehrlicher Bergmann nicht.«

Heute denkt wohl Niemand mehr von den vielen Tausenden, welche täglich diesen Gruß empfangen und erwidern, an die ursprüngliche Bedeutung desselben. Er ist dem Bergmanne in Fleisch und Blut übergegangen und hat eigentlich einen tieferen Sinn erlangt, als ihm ursprünglich zukam. Während er zur Zeit seiner Entstehung nur den Wunsch nach reichem Bergsegen ausdrücken sollte, bedeutet wohl heute das »Glück auf!« leibliches Wohlergehen, der Begrüßte möge sonder Unfall in der Tiefe seine Schicht verrichten und fröhlich und wohlbehalten wieder

zu Tage zurückkehren. In diesem Sinne wird heute dem Einfahrenden das »Glück auf!« zugerufen und in diesem Sinne giebt er es auch seinen Kameraden zurück.

Und wahrlich, dem Bergmanne thut ein ehrlich und treu gemeinter Glückwunsch noth, begiebt er sich in die ewige Nacht, in der ihn unablässig hunderte Gefahren umlauern, und jeder Augenblick den Tod, oder was fürchterlicher ist, qualvolles Verschmachten ohne Möglichkeit einer Rettung bringen kann.

Schon die An- und Ausfahrt bringt für den Bergmann mancherlei Gefahr mit sich, und die Unglücksfälle, welche in den Steinkohlenrevieren durch schlagende Wetter verursacht werden, sind leider nur allzu bekannt; haben wir doch nahezu allmonatlich Gelegenheit, in den Tagesblättern kürzere oder längere Schilderungen solch trauriger Ereignisse zu lesen. Glücklicherweise sind diese beklagenswerthen Vorkommnisse nur auf Kohlengruben beschränkt; aber auch der Erzbergmann ist von vielerlei Gefahren bedroht. So können Verschüttungen, Brüche oder Loslösungen unterschrämter Massen, auf welche man nicht vorbereitet war, seinen Tod verursachen; oder größere Unglücksfälle geschehen durch Einstürze von Hohlräumen, deren Ursache eine verschiedene sein kann, wie ungenügende Unterstützung, unzureichender Grubenausbau u. s. f. Ist ein solcher Unglücksfall durch ein unvorhergesehenes und nicht vorher abzuwendendes Elementarereigniß hervorgerufen, so mag noch ein schwacher Trost darin zu suchen sein, daß nach menschlicher Voraussicht alles geschah, um einen Unfall zu vermeiden, und daß derselbe sich nicht hätte verhindern lassen. Hat aber der Leichtsinn oder die Fahrlässigkeit eines Einzelnen den Tod Vieler verschuldet, dann mag man es mit Fug und Recht als ein Glück des Betreffenden betrachten, wenn er selbst bei der Katastrophe den Tod findet.

Viele Unglücksfälle kommen aber auch dadurch zu Stande, daß aus übel angebrachter Sparsamkeit seitens des oder der Besitzer der Grube Sicherungsmaßnahmen unterlassen werden, daß nicht nur die Grube, sondern auch die Belegschaft ausgebeutet wird und zu deren Schutz nur das Allernothwendigste, und dies oft in unzureichender Weise, geschieht. Solche Unglücksfälle lasten dann schwer auf dem Haupte derer, welche ihre moralischen Urheber sind, und wenn auch die geschäftliche Bilanz eine günstige ist, mögen sie es mit ihrem Gewissen ausmachen, wieviel Opfer dies gekostet, wieviel Mütter und Waisen ihren Ernährer betrauern, der den Gewalten der Tiefe zum Opfer fiel.

Diese unersättliche Gier nach Gold hat schon viele blühende Menschenleben gefordert, und es ist nur mit Freude zu begrüßen, daß der Staat in immer ausgedehnterem Maße den Betrieb der Gruben beaufsichtigt.

Auch plötzlich hereinbrechende Wassermassen können dem Bergmanne gefährlich werden. So ereignete sich ein schrecklicher Unglücksfall dieser Art im Jahre 1862 in den Gruben von Lalle bei Bessèges im Departement Gard. Hierüber erzählt ein Bericht: Es war am 11. October zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittags, während eines heftigen Sturmes und bei sehr hohem Wasserstande des Flüßchens Cèze. Die Wasser zeigten sich in der Grube plötzlich, folgten der Neigung der Schichten

Einfahrt zur Schicht.



und stürzten mit Ungestüm in die Tiefe. Die Grube beschäftigte in diesem Augenblicke ihre sämmtlichen Arbeiter. Eine furchtbare Katastrophe folgte! Einige Grubenarbeiter hatten Glück und Geistesgegenwart, durch eine der Spalten zu fliehen; andere stiegen eilig höher durch einen Schacht, während ihnen das Wasser auf dem Fuße folgte. Ein Arbeiter rettete sich durch einen Schacht, nachdem er zuvor einen Kameraden, der in einem tieferen Horizonte arbeitete, rasch von der Gefahr verständigt hatte. Kaum ans Tageslicht gelangt, läuft der Gerettete einem Ausgange zu, befestigt den Förderkorb an der Kette und fährt wieder ein, um den noch in der Grube befindlichen Arbeitern die Warnung zuzurufen, indeß das Wasser in Strömen herabstürzte. Er traf auf vier Genossen, sie stiegen rasch in den Korb — ein fünfter entfernte sich einen Augenblick und war verloren! Rasch ging's aufwärts, aber ebenso rasch fuhr der Retter in dem leeren Korbe wieder ein. Er bemerkte einen jungen Arbeiter, welcher sich verzweifelt an das Holzwerk der Galerie anklammerte. Er nahm ihn auf und beförderte ihn nach oben. Und wahrlich, es war hohe Zeit, denn einen Augenblick später erfüllten die gleich einem Strome eindringenden Wasser diesen ganzen Theil der Grube. Sechs Menschenleben wurden durch den Wackeren gerettet, und es hätten noch mehr dem Tode entrissen werden können, aber es war keine Stelle mehr vorhanden, welche nicht schon von der Fluth bedeckt wurde, und auf welche sie sich einstweilen hätten flüchten können.

Doch halt! Ein Ausgang blieb noch; er lag in der unmittelbaren Nähe der Einbruchsstelle der Wasser und hatte sich durch eine Spalte im Boden gebildet. In der That erblickte man hier in der Tiefe Lichter. Sofort wurden Stricke, welche man an in der Nähe befindlichen Bäumen befestigte, hinabgelassen, doch vergebens! Die Gewalt des Wassers verdoppelte sich, der Boden wich und die Spalte war — geschlossen. Die eingeschlossenen Unglücklichen waren rettungslos dem Tode überliefert. Eine halbe Stunde hatte genügt, um die Grube in einen unterirdischen See zu verwandeln, die Luft und die Gase, welche im Innern der Grube durch das Wasser beträchtlich zusammengedrückt wurden, entwichen zischend durch die Spalten des Terrains, ja sie verursachten sogar eine explosionsartige Erschütterung, durch welche selbst in einiger Entfernung die Häuser erzittern gemacht wurden.

Sofort nach dem Bekanntwerden des Unglücksfalles waren ein Ingenieur und ein Grubenmeister zur Stelle, und kurz darauf waren auch die Ingenieure der benachbarten Gruben und Hammerwerke herbeigerufen. Man erkannte jedoch bald, daß eine unmittelbare Hilfe nicht möglich sei, da die ganze Grube offenbar nur ein einziges riesiges Grab bildete. 139 Geleuchte waren am Morgen ausgegeben worden und nur 29 waren zurück. Es fehlten demnach noch 110 Arbeiter....

Das Nächste, was man thun konnte, bestand darin, obertags einen Damm zu errichten, um das fernere Zuströmen der Wasser aufzuhalten und auf Grund der Grubenbilder weitere Hilfsactionen zu erwägen. Indessen hatte sich, 24 Stunden

nach Eintritt der Katastrophe, ein junger Arbeiter in die Galerie begeben und pochte dort an die Wände. Er horchte lange und aufmerksam und glaubte endlich Schläge zu vernehmen, mit welchen seinen Zeichen geantwortet wurde. Sofort rief er seine Kameraden, und auch die Ingenieure kamen herbei, und einer derselben pochte unter Einhaltung angemessener Pausen an die Wand ... »Das Ohr gegen die Kohlenschichten gedrückt — erzählte er — mit zurückgehaltenem Athem vernehmen wir mit tiefster Bewegung schwache, antwortende Laute. In der That, es waren Verschüttete hinter dem Gestein, die uns Antwort gaben!« Aber Mauern von 20 Metern Dicke trennten die Eingeschlossenen von ihren Rettern. Wer sollte diese Felsen durchbrechen, da die meisten Arbeiter in der Grube lagen?

Sofort boten die benachbarten Gruben ihre Leute an, und die ersten Schläge welche widerhallten, verkündeten den Gefangenen, daß ihre Retter nahten. Die Arbeit wurde noch des Abends an fünf verschiedenen Punkten gleichzeitig begonnen. Jeder Häuer arbeitete mit Aufbietung aller Kraft und ward abgelöst, sobald er sich ermattet fühlte. In dem Maße, als man tiefer kam, wurde die Arbeit wegen des eintretenden Luftmangels schwieriger. Man mußte Ventilatoren in Betrieb setzen, und bisweilen war die Luft so schlecht, daß die Lampen nur in der Nähe der Oeffnung, durch welche die frischen Wetter zuströmten, zu brennen vermochten. Nach fast 48stündiger unausgesetzter Arbeit war man endlich so weit, daß man durch die trennende Wand mit den Begrabenen sprechen konnte. Sie theilten mit, daß sie ihrer drei seien, und nannten ihre Namen. Hierauf wurden die Anstrengungen verdoppelt, und die zunehmende Härte des Gesteins, der empfindliche Mangel frischer Luft schienen eher aneifernd als erlahmend auf die Arbeiter zu wirken. Die besten und geübtesten Häuer arbeiteten unmittelbar vor Ort....

Endlich nach vierthalb Tagen war man durch. Man fand von den Eingeschlossenen nur mehr zwei am Leben, der dritte war den Schrecknissen erlegen. Seine Leiche lag in der Tiefe einer kleinen Höhle, welche dem Unglücklichen Schutz vor den eindringenden Wassern gewährt hatte. Die Geretteten erzählten haarsträubende Dinge über die Einzelheiten der Katastrophe. Als die Wasser einbrachen, flüchteten sie nach dem höchsten Punkte der Galerie, wo sie sich mühsam festhielten und mit Hilfe ihrer Hände und der Haken der Grubenlampen jene kleine Höhle gruben, in welcher sie gefunden wurden. Das Wasser netzte ihre Füße, und die Luft, welche ungemein stark comprimirt war, enthielt kaum den nöthigen Sauerstoff. Bald ging auch der geringe Oelvorrath, welchen sie auf den Lampen hatten, zu Ende, und dieselben erloschen.... Das Uebrige mag sich die Phantasie ausmalen.

Uebrigens fand man am 13. Tage der Rettungsarbeiten noch zwei weitere Arbeiter, einen älteren Mann und einen Knaben auf, die in ihrem furchtbaren Grabe diese lange Zeit hindurch ihr Leben mit faulem Holze und ihren Ledergürteln fristeten. Das, nach Aussage aller längere Zeit Verschütteter, quälendste Uebel, den Durst, konnten sie glücklicherweise durch das nur allzu reichlich vorhandene Wasser stillen....

Die Gefahren, welche der Bergbau mit sich bringt, äußern sich aber nicht nur in plötzlich hereinbrechenden Katastrophen, vielmehr ist der Bergmann auch verschiedenen Schädigungen seiner Gesundheit ausgesetzt, welche sich erst langsam und im Laufe der Jahre geltend machen, und welche man mit vollem Rechte als Berufskrankheiten bezeichnen kann.

Eine solche haben wir schon kennen gelernt; es ist dies die Minenkrankheit, welche durch das Einathmen der bei der Schießarbeit entstehenden Explosionsgase hervorgerufen wird. Im Wesentlichen ist diese Minenkrankheit nichts Anderes, als eine Kohlenoxydgasvergiftung, und wird der von derselben Betroffene rasch an die frische Luft gebracht, kommen unverzüglich alle Gegenmittel in Anwendung, so geht die Erkrankung wohl ohne jede dauernde Schädigung der Gesundheit vorbei. Anders ist es jedoch, wenn in rascher Aufeinanderfolge bei einem Individuum sich diese Erkrankung wiederholt, dann hinterbleibt wohl bald eine dauernde Störung der Gesundheit, und das Gleiche ist auch der Fall, wenn die Beschäftigung den Aufenthalt in kohlenoxydhaltiger Luft bedingt, wenn auch die Menge des schädlichen Gases nicht so groß ist, daß die Minenkrankheit mit allen ihren Symptomen zum Ausbruche kommt. Nur durch ausreichende und sorgfältige Wetterführung kann diesem Uebel gesteuert werden; überdies ist man auch bemüht, Sprengstoffe zu finden, welche so wenig schädliche Gase als nur möglich erzeugen.

Der Bergmann ist aber auch noch anderen Erkrankungen ausgesetzt. So stellen sich nicht selten schwere Erkältungskrankheiten und Rheumatismen ein, welche ihren Ursprung in ungünstigen hygienischen Verhältnissen haben, wenn nämlich der ausfahrende, von der Arbeit erhitzte und mit Schweiß bedeckte Bergmann aus der warmen Grube plötzlich der kalten Luft ausgesetzt wird. Ueberdies bringt es in vielen Fällen die Art der Arbeit mit sich, daß die Kleidung vollständig durchnäßt wird, auch dann hat ein rascher Temperaturwechsel mannigfache Erkrankungen im Gefolge. Eine andere Ursache von Erkrankungen, welche sich hauptsächlich auf die Respirationsorgane erstrecken, ist in der dauernden Einathmung von Kohlenstaub gelegen, es stellt sich dann das sogenannte »Schwarzspucken«, Asthma, Lungenemphysem, und noch manche andere dauernde und gewöhnlich unheilbare Krankheit ein.

Auch die nur zu häufig ungenügende Beleuchtung in der Grube hat Krankheiten im Gefolge, es tritt Augenzittern auf, welches meist mit einer dauernden Schwächung der Sehkraft verbunden ist. Die oft übermäßige Anstrengung der Muskeln, Gelenke und Sehnen führt zu Erkrankungen des Herzens, es stellen sich Gelenkleiden ein, und ist der Bergmann, wie es leider nur allzu oft der Fall ist, überdies noch schlecht genährt, so daß sein Organismus überhaupt nur wenig widerstandsfähig ist, so führen alle diese Einflüsse dazu, daß er schon in verhältnißmäßig jungen Jahren arbeitsunfähig, »bergfertig« wird. In dieser Hinsicht ist es nur mit Freude und Genugthuung zu begrüßen, daß man schon seit langem bestrebt ist, durch Gesetze und Verordnungen, durch wirthschaftliche und besonders durch technische Vervollkommnung des Betriebes diese Uebelstände zu beseitigen,

oder sie doch in ihren Folgen so weit zu vermindern, als es überhaupt möglich ist. Den Bergbau ganz gefahrlos zu gestalten, alle Fährlichkeiten abzuwenden, das wird wohl nie gelingen, denn er ist und bleibt einmal ein stetes Ringen mit den Gewalten der Natur, und jeder Kampf mit den Naturkräften fordert, bleibt der Mensch auch schließlich Sieger, seine Opfer, denn — die Elemente hassen das Gebild' der Menschenhand!...



Berggeschworner. (Ende des XVII. Jahrhunderts.) Zu Seite 316.

Wäscher und Berggeselle. (Ende des XVII. Jahrhunderts.) Zu Seite 316.

Einer der wenigen Ueberreste, welcher sich aus der alten goldenen Zeit des Bergwesens, wo die Bergleute unter sich noch einen eigenen, mit manchen Privilegien begabten Stand bildeten, bis auf unsere Tage, und zwar nahezu unverändert neben der eigenthümlichen Ausdrucksweise des Bergmannes erhalten haben, ist die Tracht desselben. Diese ist seit mehreren hundert Jahren nahezu die gleiche geblieben und wurde nur wenig von der wechselnden Mode der Zeit berührt. Wohl wurden gewisse Verschönerungen angebracht, doch die allgemeine Beschaffenheit der Kleidungsstücke blieb dieselbe, und diese selbst sind im Wesentlichen den Bedürfnissen des Bergmannes angepaßt, sie sollen ihm bei seiner Arbeit Schutz gewähren. Daneben hat sich aber auch ein mehr oder minder geschmückter Paradeanzug für festliche Gelegenheiten ausgebildet, welcher überdies noch mit den Abzeichen der Stellung oder der Würde des Trägers versehen ist.



Bergparade.

Das wesentlichste Stück der Bergmannskleidung ist der Grubenkittel; es ist dies eine Art Blouse aus dunkler Leinwand oder Tuch, welche vorne mit silbernen Knöpfen besetzt ist, die das Emblem des Bergmannes, Schlägel und Eisen, in gekreuzter Stellung tragen. Die Taschen sind mit geschweiften Klappen versehen, der Kragen ist entweder nieder und stehend, oder breiter und umgelegt. Ferner trägt der Bergmann das sogenannte Bergleder oder Fahrleder, es ist dies ein halbkreisförmig geschnittenes Stück Leder, welches rückwärts getragen und mittelst eines Gürtels und einer breiten Schnalle um den Leib befestigt wird. Zum Schutze der Knie werden die Kniebügel angelegt; dieselben sind aus schwarzem Leder verfertigt und werden mittelst des Kniegürtels befestigt; heute werden sie wohl nur mehr bei Bergaufzügen getragen. Den Kopf bedeckt der Bergmann mit der Grubenmütze oder dem Schachthute; derselbe ist für die Grubenfahrten aus dickem schwarzem Filz, für den Paradeanzug aus schwarzem oder dunkelgrünem Sammt oder Felbel verfertigt und meist mit silbernem Schlägel und Eisen, wohl auch mit einem Federbusch geziert.

Die Tracht der Bergbeamten ist von jener der Bergleute verhältnißmäßig nur wenig verschieden; der Schachthut trägt die verschiedenen Abzeichen, außerdem legt der Bergbeamte eine schwarze Puffjacke an. Bei festlichen Aufzügen wird eine mit Schnüren und schwarzem Sammt- oder goldgesticktem Kragen und Sammtaufschlägen versehene Jacke getragen. In der Hand hält der Bergbeamte die Barte oder das Häckel; es ist dies ein Stock, welcher als Griff einen kleinen Hammer trägt, der auf der einen Seite in eine Schneide ausläuft. Ein mehr oder minder verzierter Säbel vervollständigt die Ausrüstung.

Wie wenig sich an der bergmännischen Kleidung geändert hat, geht aus den Worten hervor, mit welchen der schon wiederholt citirte Herttwig die Tracht des Bergmannes beschreibt. Er sagt:

»Habit ist die bergmännische Kleidung, worinnen die Bergleute gemeiniglich zu gehen pflegen.

»Die Knechte oder Berg-Knappen, Wasser-Knechte, Karren-Läuffer, Haspel-Knechte, Auffsauberer, Ertz-Ausschläger, Scheider, Krätz-Wäscher, wie auch die Jungen, tragen ihre Gruben-Küttel, Fahr-Leder, Berg-Kappen und Schacht-Hüthgen.

»Die Häuer aber tragen, außer diesem Habit, auch eine Parthe und Knie-Biegel.

»Und die Steiger über dieses noch eine Steiger-Kappe, Gruben-Tasche und Zscherper.

»Die Knappschafft-Aeltesten pflegen auch wohl einen Sebel, oder, nach itziger Mode, einen Hirschfänger zu tragen.

»Bey solennen Auffzügen lassen die Berg-Officianten sich auch wohl in weißen Berg-Kappen, mit schönen bunden Schacht-Hüthgen, weißen wöllenen Berg-Röcklein, Fahr-Ledern und Knie-Biegeln, auch Gruben-Beilen in Händen habend, sehen.

»Geschiehet der Auffzug bey Nacht, und es sind der Bergleute fein viel, und haben ihre brennenden Gruben-Lichter in der Hand, machet es keinen geringen Splendeur.«

Die Gesammtheit der in einem Bergwerke oder in einem Reviere beschäftigten Bergleute bilden zusammen eine Knappschaft. Früher bildete eine solche eine privilegirte Corporation, welche sich selbst ihren Vorsteher und Aeltesten, den Knappschaftsältesten, wählte. Die Mitglieder der Knappschaften waren vom Soldatendienste, sowie von den persönlichen Steuern befreit, sie genossen einen gefreiten Gerichtsstand und noch manche andere Begünstigungen, welche Vorrechte jedoch ebenso wie die ihnen entgegenstehenden Beschränkungen heute aufgehoben sind. Dagegen haben sich, wie wir schon erwähnten, manche überlieferten Gebräuche der Knappschaft, die Abzeichen Schlägel und Eisen, die Tracht u. s. f. erhalten. Man unterscheidet wohl auch die Theoretiker, zu welchen auch die Verwaltungsbeamten zählen, als »Bergleute von der Feder«, von den Praktikern, den Betriebsbeamten, welche dann als »Bergleute vom Leder« bezeichnet werden.


Bergarbeiter. Zu Seite 317.

Wie wir aus der oben mitgetheilten Stelle aus dem Bergbuche Herttwig's ersehen konnten, wurden schon in früher Zeit, wie es ja auch begreiflich ist, die Bergleute oder das Bergvolk nach ihrer Beschäftigung unterschieden, auch heute noch sind diese Bezeichnungen beibehalten worden, doch weichen dieselben nach den verschiedenen Bergbaudistricten von einander ab. Im Allgemeinen werden folgende Bezeichnungen gebraucht:

Jene Arbeiter, welche die Arbeiten auf dem Gesteine selbst verrichten, also die Grubenbaue herstellen, die Mineralien gewinnen, werden Häuer, wohl auch Doppelhäuer, Vollhäuer oder Lehrhäuer genannt; als Zimmerhäuer bezeichnet man dagegen jene, welchen die Herstellung der Auszimmerung der Grubenbaue, überhaupt aller Holzarbeiten zukommt. Die mit den Maurerarbeiten betrauten werden kurzweg Grubenmaurer geheißen.

Unter der Gesammtbezeichnung Förderleute werden alle jene verstanden, welchen die Förderung der gewonnenen Massen, die Hereinförderung der zum Betriebe der Grube erforderlichen Materialien, die Ausfüllung abgebauter Räume

und ähnliche Arbeiten obliegen; im Besonderen führen sie dann wohl auch Namen, welche ihre specielle Thätigkeit noch näher bezeichnen, wie Füller, Schlepper, Wagenstößer, Anschläger, Zieher, Treibemeister, Abnehmer, Ausschläger, Ausstürzer, Holzhänger, Holzverfahrer u. s. f.

Den Maschinenwärtern kommt die Instandhaltung und Beaufsichtigung der verschiedenen maschinellen Anlagen, welche zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung u. s. w. dienen, zu.

Die Beaufsichtigung der Bergleute bei den einzelnen Arbeiten liegt in der Hand eigener Aufseher, welche ebenfalls nach ihrem Gebiete als Oberhäuer, Gruben-, Förder-, Maschinen-, Tageaufseher 2c. unterschieden werden. Die specielle Führung des Betriebes ist Sache der Steiger, welchen der verantwortliche Betriebsführer der Grube oder bei ausgedehnteren Bauen eines Theiles derselben die Betriebsführer (Obersteiger) die nöthigen Anordnungen ertheilen. Letzteren sind zur Unterstützung häufig ein oder mehrere Fahrsteiger beigegeben. Weitere Vorgesetzte sind dann die Schichtmeister, Markscheider, Bergmeister, Bergingenieure, Berghauptleute u. s. f., welchen die Bergbehörden übergeordnet sind.

Es ist begreiflich, daß die alten Bergordnungen viele und weitläufige Bestimmungen über die Pflichten der Belegschaft, sowie der Beamten enthielten und daß dieselben bis ins kleinste Detail vorgeschrieben wurden; darunter findet sich aber manche Bestimmung, die uns heute sonderbar anmuthet. So schreibt Herttwig, daß Freunde auf einer Grube und zu einer Arbeit nicht zusammen gefördert werden sollen, der Steiger hat zu wachen, daß sich keine »Weibspersonen« in der Nähe der Grube herumtreiben und die Arbeit stören, und bezüglich der Hochzeiten läßt er sich in folgender Weise vernehmen:

»Hochzeiten. Damit dem Bergwercke, wegen unterlassener Arbeit, nicht etwan Schaden zugezogen werde, ist zwar unter Bergleuten nachgelassen, die Hochzeiten auf einen Sonntag anzustellen; Jedoch thuen die Herren Geistlichen und Hochzeiter besser, wenn solches allererst nach dem Mittags-Gottesdienst, Vesper, Beth-Stunde und dergleichen geschiehet.

»Und so eine Hochzeit in der Wochen an einem Werck-Tage gehalten wird, sollen doch die Berg-Leute ihre Schichten verfahren.«

Ehebrecher dürfen, auch »wenn die Sache beygeleget«, nicht gefördert werden, Juden sollen, »wegen besorgenden Unterschleiffs und Practicken mit Ertz- und Silber-Kauff, auff denen Berg-Städten nicht geduldet, noch über Nacht beherberget werden« u. s. w., u. s. w.

Wie man sieht, eine Reihe von Bestimmungen, die wir noch vielfach ergänzen könnten, und die uns heute wohl absonderlich vorkommen; wir finden sie aber begreiflich, wenn wir bedenken, daß sie einer Zeit entstammen, in der es nur »Herren und Knechte« gab.

Wie viele andere Berufsarten, so hat auch der Bergbau seine eigenen Feste, seine Schutzpatrone und Gebräuche, welche ebenfalls aus alter Zeit stammen

und an manchen Orten noch heute, wenn auch nicht mehr mit dem gleichen Prunke wie seinerzeit, geübt werden. Für den Bergmann waren sie wohl immer eine willkommene Unterbrechung seiner mühevollen Thätigkeit, und die in Frohsinn und Lustbarkeit im Freien verbrachten Stunden mußten ihn dann wieder entschädigen für so manche Schicht harter Arbeit in der Tiefe seines Baues.

Die Schutzpatronin des Bergmannes ist die heilige Anna, die als Mutter des Silbers gilt, sie war daher vornehmlich in den silberführenden Districten Böhmens verehrt, wo denn auch der Annentag mit großer Feierlichkeit, Paradeausrückung der Belegschaft zum Kirchenfeste, dann Musik und Tanz unter freiem



Halleiner Knappentanz. (Nach einer Zeichnung von Karl Mayr.) Zu Seite 321.

Himmel begangen wird. In anderen Gegenden wieder genießt der heilige Prokop größeres Ansehen und wird dessen Namenstag festlich begangen.

In früheren Tagen waren dann noch, besonders im Erzgebirge, die sogenannten »Bergbiere« üblich, Tage oder Nachmittage, an welchen die Arbeit ruhte und der Bergmann mit Weib und Kind und seinen Vorgesetzten hinauszog ins Grüne, um sich bei den heiteren Klängen der Musik der Natur zu freuen, die er so selten Gelegenheit hat, zu genießen. Bei diesen Anlässen stimmten sie dann wohl auch die alten »Bergreihen« an, Lieder, welche das Bergmannsleben zum Gegenstande haben und dasselbe loben und verherrlichen. Solche Strophen, deren älteste Sammlung aus dem Jahre 1531 stammt, wurden auch von herumziehenden Bergleuten zum Vortrage gebracht, um sich einige Groschen damit zu verdienen. . . .

Beiläufig der gleichen Zeit wie die Bergreihen entstammt ein Gebrauch der Halleiner Knappschaft, welcher den Namen »Schwerttanz« oder »Knappentanz« führt. Während aber die Bergreihen heute nur mehr in Sammlungen fortleben, und kaum mehr die eine oder andere Strophe noch thatsächlich von Bergleuten gesungen wird, hat sich der Halleiner Knappentanz bis auf unsere Tage erhalten. Allerdings wird er nur mehr höchst selten und bei festlichen Gelegenheiten aufgeführt.

Dieser Tanz, welcher von sechzehn, kurze Schwerter tragenden Knappen und einem Anführer aufgeführt wird, stellt symbolisch das Bergwerk und die Arbeit in demselben vor. Die neun Figuren dieses Tanzes werden von den Klängen einer Bergmusik-Kapelle begleitet, die Tänzer tragen Festkleider — weiße Hose und rothe Schärpe — und der Eindruck, welchen dieser Tanz hervorruft, ist um so abenteuerlicher und romantischer, als er stets nur bei einbrechender Dunkelheit und bei dem sprühenden Lichte der Pechfakeln aufgeführt wird.

Die neun Figuren, zwischen welchen immer eine Runde getanzt wird, bei der sich die Knappen die Hände reichen, stellt dar: den Antritt zur Schicht, die Einfahrt in die Grube, ein Tretwerk oder die Brücke, einen Stollen, die Fahrt auf der Leiter, den Schacht, das Gerüst zu einem Haldensturz, das Schwingen der Bergfahne, und schließt endlich mit den zwei Rundtänzen des Flechtens und Schlängelns. Die Haltung der Schwerter dient zur näheren Verdeutlichung des Getanzten, das übrigens auch durch einige Strophen, welche der Anführer vorträgt, erläutert wird. Während des Tanzes selbst stehen die Knappen bald im Kreise, bald ordnen sie sich in Reihen an. Nach dem letzten Rundtanze marschiren sie vor dem Anführer in Reih und Glied auf, salutiren diesem, und ziehen endlich unter Vorantritt der Musik und unter Fackelschwingen ab.

Anläßlich wichtiger Begebenheiten auf dem Gebiete des Bergbaues, wie Erschürfung reicher Lagerstätten, Gründung von Bergwerken und Bergwerksorten, Erschließung reicher Erzanbrüche, Leistungen hervorragender Fachgenossen u. s. f., wurden an vielen Orten auch eigene, auf das betreffende Ereigniß bezughabende Münzen geschlagen, deren Studium manchen interessanten Aufschluß gewährt, wie denn überhaupt die Numismatik heute mehr ist als eine Spielerei. Es ist gewiß von Interesse, wenn wir einige Prägungen, welche auf den Bergbau Bezug haben, besprechen, über deren Provenienz und Bedeutung ein mit dem Gegenstande wohlvertrauter Mann, Oberbergrath C. v. Ernst, eingehende Studien angestellt hat, und zu welchen die Bilder nach den im Privatbesitze des genannten Numismatikers befindlichen Originalen hergestellt wurden.

Wir beginnen mit einem sogenannten Jeton. Die Bezeichnung Jetone, abgeleitet von jeter, werfen, rührt von dem üblich gewesenen Auswerfen der Münzen her, das schon bei festlichen Anlässen von den Römern geübt wurde und auch noch bei den Kaiserkrönungen der Deutschen Kaiser zu Frankfurt a. Main im Gebrauche stand. Zuerst waren es aus Holz geschnitzte Thierfiguren, welche ausgeworfen

wurden, später Scheibchen aus Elfenbein und zuletzt wurden bei festlichen Gelegenheiten, wie Geburten, Vermählungen, bei den Regierungsantritten von Kaisern und Consulen, Geldmünzen ausgeworfen. Auch bei der Königskrönung zu Preßburg 1867 kam diese Sitte noch in Anwendung.

Das Jeton (die Bergwerksgedenkmünze auf der beigehefteten Tafel), ist dem Andenken zweier Bergärzte, Dr. S. Gebel und Dr. J. Montanus, gewidmet, welche bei der Gewerkschaft in Annaberg (Sachsen) gewirkt haben. Auf der Rückseite ist die Jahreszahl 1574 zu lesen. Oft tragen die Jetone Sprüche religiösen oder moralischen Inhaltes. Hier einige davon:

»In der hochsten Not hilft der getreue Gott.«
(Alnveck, Gewerke in Joachimsthal um 1560.)

»Gotts Gnade Hulf und Rath
Sey allzeit bei mir fruh und spath.«
(Hermann Schlaubusch, Münzmeister in Goslar, 1619—1625.)

»Mensch bis frolich drink und iß
Und das letzte Stund nit vergiß.«
(Hans Wellner, Münzmeister in Freiberg, 1541—1550.)

»Glick hat Neid.«
(Wolfgang von Grienthal, geb. 1500, Landrath im Erzherzogthume Oesterreich o. Enns.)

»Der is jetzt am besten dran,
Der viel lign und trign kann.«
(Thiele, Bergleute in Joachimsthal, 1517—1587.)

In den mathematischen Lehrbüchern des XVI. Jahrhunderts wird das »Rechnen auf den Linien« gelehrt, das ist jene Methode des »instrumentalen« Rechnens, welche eine nahe Verwandtschaft mit dem Gebrauche des »Abacus« bei den Griechen und Römern besitzt und mit Rechenpfennigen auf einem Rechentische oder Rechenbrette ausgeführt wurde. Auf dem Rechenbrette oder der Tischplatte waren Linien in Farben gezogen oder eingegraben und bezeichnet. Die Abbildung auf Seite 323 zeigt in schematischer Darstellung ein Rechenbrett, dessen Gebrauch wohl aus der Abbildung hervorgeht. Die Titelblätter der Rechenbücher aus dem XVII. Jahrhunderte sind nicht selten mit Holzschnitten versehen, welche rechnende Personen darstellen. In diesen Bildern findet man die Rechenlinien entweder auf der Platte des Rechentisches eines Kaufmannes oder auf dem Tische oder der Bank eines Wirthes dargestellt. Die Rechenpfennige wurden nicht nur von Privatpersonen, sondern auch in Aemtern verwendet. Zahlreich sind auch die Bergwerksrechenpfennige. Diese Münzen tragen daher den Namen von Aemtern, Beamten, Privaten oder Bergwerken. Ein bergmännischer Rechenpfennig ist auf der Tafel abgebildet; die Umschrift auf der Vorderseite lautet: Heinrich Depsern (1612), jene der Rückseite: Ein Rechens-Pfennig.



Bergwerks-Gedenkmünze.

Bergmännischer Rechenpfennig.

Alte
rungsmarke.

Bergwerksmünze aus dem Jahre 1719.

Moderne
Lieferungsmarke.

Medaille, geschlagen zu Ehren P. Tunner's.

Přibramer Festjeton (1875).

nchimsthaler Ausbeutethaler
(1758).

Huldigungsmedaille der Stadt
Freiberg (1719).

Bergwerksmünzen.

wurden, später Scheibchen aus Elfenbein und zuletzt wurden bei festlichen Gelegenheiten, wie Geburten, Vermählungen, bei den Regierungsantritten von Kaisern und Consulen, Geldmünzen ausgeworfen. Auch bei der Königskrönung zu Preßburg 1867 kam diese Sitte noch in Anwendung.

Das Jeton (die Bergwerksgedenkmünze auf der beigehefteten Tafel), ist dem Andenken zweier Bergärzte, Dr. S. Gebel und Dr. J. Montanus, gewidmet, welche bei der Gewerkschaft in Annaberg (Sachsen) gewirkt haben. Auf der Rückseite ist die Jahreszahl 1574 zu lesen. Oft tragen die Jetone Sprüche religiösen oder moralischen Inhaltes. Hier einige davon:

»In der hochsten Not hilft der getreue Gott.«
(Alnveck, Gewerke in Joachimsthal um 1560.)

»Gotts Gnade Hulf und Rath
Sey allzeit bei mir fruh und spath.«
(Hermann Schlaubusch, Münzmeister in Goslar, 1619—1625.)

»Mensch bis frolich drink und iß
Und das letzte Stund nit vergiß.«
(Hans Wellner, Münzmeister in Freiberg, 1541—1550.)

»Glick hat Neid.«
(Wolfgang von Grienthal, geb. 1500, Landrath im Erzherzogthume Oesterreich o. Enns.)

»Der is jetzt am besten dran,
Der viel lign und trign kann.«
(Thiele, Bergleute in Joachimsthal, 1517—1587.)

In den mathematischen Lehrbüchern des XVI. Jahrhunderts wird das »Rechnen auf den Linien« gelehrt, das ist jene Methode des »instrumentalen« Rechnens, welche eine nahe Verwandtschaft mit dem Gebrauche des »Abacus« bei den Griechen und Römern besitzt und mit Rechenpfennigen auf einem Rechentische oder Rechenbrette ausgeführt wurde. Auf dem Rechenbrette oder der Tischplatte waren Linien in Farben gezogen oder eingegraben und bezeichnet. Die Abbildung auf Seite 323 zeigt in schematischer Darstellung ein Rechenbrett, dessen Gebrauch wohl aus der Abbildung hervorgeht. Die Titelblätter der Rechenbücher aus dem XVII. Jahrhunderte sind nicht selten mit Holzschnitten versehen, welche rechnende Personen darstellen. In diesen Bildern findet man die Rechenlinien entweder auf der Platte des Rechentisches eines Kaufmannes oder auf dem Tische oder der Bank eines Wirthes dargestellt. Die Rechenpfennige wurden nicht nur von Privatpersonen, sondern auch in Aemtern verwendet. Zahlreich sind auch die Bergwerksrechenpfennige. Diese Münzen tragen daher den Namen von Aemtern, Beamten, Privaten oder Bergwerken. Ein bergmännischer Rechenpfennig ist auf der Tafel abgebildet; die Umschrift auf der Vorderseite lautet: Heinrich Depfern (1612), jene der Rückseite: Ein Rechens-Pfennig.



Bergwerks-Gedenkmünze.

Bergmännischer Rechenpfennig.

Alte Lieferungsmarke.

Bergwerksmünze aus dem Jahre 1719.

Moderne Lieferungsmarke.

Medaille, geschlagen zu Ehren P. Tunner's.

Joachimsthaler Ausbeutethaler (1758).

Příbramer Festjeton (1875).

Huldigungsmedaille der Stadt Freiberg (1719).

Bergwerksmünzen.

THE NEW Y[illegible]
[illegible]BLIC LIB[illegible]

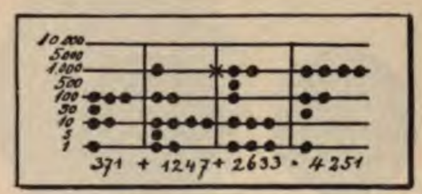
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Zwei Silberjetons zeigen, daß den Bergmann trotz seines mühe- und gefahrvollen Berufes der Humor nicht verläßt. Die auf Seite 324 abgebildete Münze trägt auf der Rückseite unter dem Bergmannszeichen die Schrift:

Wenig Zu / buß, viel Ausbeute /
Macht recht / fröhliche / Bergleute /
1709.

Auf der Bergwerksmünze aus dem Jahre 1719 (siehe die Tafel) sehen wir Amor in Bergmannstracht mit der Wünschelruthe, während die Umschrift besagt: Ruthe weise glücklich an — und auf der Rückseite sitzt Amor vor einem Amboß mit dem Schlagen von Münzen beschäftigt. Der Amboß trägt die Jahreszahl 1719. Umschrift: Das ich Ausbeut Müntzen kan.

Die Abbildung auf Seite 324 stellt einen der Silberjetons dar, welche anläßlich des Besuches der niederungarischen Bergstädte durch Kaiser Franz I. und seine Gemahlin Maria Theresia (1751) geprägt wurden. Vorderseite: Die einander zugekehrten gekrönten Brustbilder des Kaisers und der Kaiserin. Rückseite: Dem Kaiser, der auf dem Pferde dahersprengt (Adventus augusti) nahen sich huldigend die Bergleute mit Fahnen. Ihr Führer reicht dem Monarchen eine Erzstufe dar.



Rechenbrett. Zu Seite 322.

Andere Jetone wurden zur Erinnerung an die feierliche Begehung bergmännischer Jubiläen geprägt. Ein Beispiel hierfür bietet die Abbildung Seite 325, es ist dies eine Münze, zu deren Prägung die Befreiung Freibergs von den Schweden die Veranlassung bot. Zur Erinnerung an die erreichte Saigerteufe von 1000 Meter im Adalberti-Schachte zu Přibram wurde im September 1875 ein Festjeton (siehe die Tafel) in Guldengröße ausgegeben.

Viele Bergwerke haben sich selbst Marken hergestellt, welche Merk- oder Erinnerungszeichen waren, durch welche die Erfüllung einer Arbeitsleistung, eine Zahlungsverpflichtung, die Berechtigung zum Bezuge gewisser Lebensmittel &c. documentirt wurde, oder welche auch mitunter als Scheidemünzen in Umlauf gesetzt worden sind.

Als gegen Ende des XVII. Jahrhunderts die Noth an Kleingeld immer höher stieg und die Tököly'schen Unruhen begannen, entschloß sich der Kammergraf Ludwig Freiherr v. Thavenot für den Bedarf der Bergwerke eigene Kupfermarken auszugeben, welche bald auch außer dem Kreise der Bergarbeiter an Zahlungsstatt angenommen wurden.

Vielfach standen bei den Bergwerken Lieferungsmarken als Mittel für die vorläufige Zahlung bei Lieferung von Materialien, Erz u. dgl. in Gebrauch. Eine Lieferungsmarke des berühmten schwedischen Kupferbergwerkes Fahlun ist auf

heute eine Sage auftischen, und wäre sie noch so reich an Poesie, er würde sich vielleicht mit Unwillen abwenden und aufgebracht darüber sein, daß wir ihm ein Kindermärchen zumuthen wollen. Der Bergmann von heute glaubt nicht mehr an Zwerge und den Bergmönch, für ihn ist sein Beruf bar jeder Poesie und er sieht in ihm nur den mühevollen Erwerb, welcher ihn und die Seinen kümmerlich ernährt. Es wird wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß in früherer Zeit auch nicht Jeder fest an den Bergmönch geglaubt hat. Aber doch lauschte er gerne den Worten einer Sage, es erfüllte ihn mit einer gewissen Befriedigung, seinen Beruf in solch anziehender Weise mit den überirdischen Mächten in Zusammenhang gebracht zu sehen, und dann dachte er vielleicht ebenso wie jener Aelpler, der uns auf die Frage, ob er schon das »Bergmandele« geschaut, treuherzig zur Antwort gab: »Nein, glauben thu' ich auch nicht d'ran, aber möglich ist's schon, daß eins giebt.«



Freiherr v. Thavenot'sche Münze. Zu Seite 323.



Fahluner Lieferungsmarken. Zu Seite 323.

Die bergmännische Sage verdient es aber, wie überhaupt jede Sage, wohl aufgezeichnet und bewahrt zu werden, denn sie gestattet uns einen tiefen Blick in das Gemüthsleben Derer, die sie ersonnen oder verbreiten, sie giebt über manchen sonst unverständlichen Gebrauch Aufschluß, und endlich ist sie direct ein Ausfluß der dem Volke innewohnenden Poesie, welche sich hier in seltener Reinheit darbietet.

Unter solchen Umständen war es mit großer Freude zu begrüßen, als von berufener Seite vor einer Reihe von Jahren eine Sammlung solcher auf den Bergbau sich beziehender Sagen herausgegeben wurde. Dadurch sind dieselben weiteren Kreisen zugänglich geworden, sie sind erhalten geblieben, und so Mancher, der Fr. Wrubel's »Sammlung bergmännischer Sagen« in die Hand bekommt, wird dem eifrigen Sammler Dank wissen für den seltenen Genuß, den er ihm bereitet, für den Einblick, den er ihm in das Gemüthsleben des Bergmannes thun ließ. Wrubel's Verdienst ist aber ein umso größeres, da er nicht nur die Sagen gesammelt und in möglichst getreuer Wiedergabe aufgezeichnet hat, sondern dieselben auch einer Sichtung unterzog und uns in der Einleitung zu dieser Sammlung über das Wesen der bergmännischen Sage in höchst anziehender Weise aufklärt.

Wie entstanden aber nun diese Sagen? Darüber können wir uns wohl eine Vorstellung machen, wenn wir auf ihren Inhalt selbst etwas näher eingehen.

Kaiserin Maria Theresia ließ für die Bergakademie zu Schemnitz Medaillen prägen, welche an die Studirenden als Belohnung für besonderen Fleiß verliehen wurden. Solche Medaillen gab es für Markscheidekunst, Bergbaukunst und für Probir- und Scheidekunst. Auf dem fünften Meeting des Iron and Steel-Institutes wurde im Herbste 1873 auf Anregung Sir Henry Bessemer's eine Preismedaille für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete des Eisen- und Stahlhüttenwesens gestiftet. Im Jahre 1878 bekam Peter Tunner, der Altmeister des Eisenhüttenwesens, diese Medaille.

Die jüngste Bergwerksmedaille ist wohl jene des berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten. Dieselbe wurde für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete des Berg- und Hüttenwesens gestiftet und kommt je nach der Tragweite der Erfindung in Gold, Silber oder Bronze zur Verleihung. Der Stempel zu dieser Medaille wurde von Meister Scharff geschnitten. Auf der



Gedenkmünze, geschlagen anläßlich des Entsatzes Freiberg's von den Schweden. Zu Seite 323.

Vorderseite zeigt sie eine sitzende Frauenfigur mit einem Lorbeerkranze, die zu ihren Füßen sitzenden Kinder (Berg- und Hüttenmann) halten die Wappen der Steiermark in den Händen.

Wir verlassen nun dieses gewiß interessante Thema und wenden uns einem anderen zu, welches in nicht minder hohem Maße unsere Aufmerksamkeit verdient. Es sind dies die bergmännischen Sagen. In denselben kommt so recht der kindliche, schlichte Sinn des Bergmannes, aber auch die Poesie des Bergbaues zum Ausdrucke, und da viele derselben sich an locale Ereignisse anschließen, die von der Phantasie der Erzählenden ausgeschmückt und mit überirdischen Mächten in Zusammenhang gebracht wurden, darf es uns nicht Wunder nehmen, daß sie sich erhalten und Jahrhunderte hindurch vom Vater auf den Sohn vererbt haben.

Aber auch ihre Tage sind gezählt. Seit der Bergmannsstand aufgehört das zu sein, was er vor Jahren gewesen, seit die Seßhaftigkeit des Bergmannes immer mehr gelockert wurde, seit fremde Elemente, denen jeder Sinn für die Tradition mangelte, sich dem Bergbau zugewendet haben, hat auch die Sage für den Einzelnen an Interesse verloren. Andere Ideen erfüllen heute den Kopf des Bergmannes, der Kampf ums Dasein ist ein härterer geworden, und wollte man ihm

punkte einer Sage wird, in welcher es heißt, daß ein dem Betreffenden gutgesinnter Berggeist die Abberufung veranlaßte oder ihm eine Warnung zukommen ließ.

Auch der Umstand ist begreiflich, daß der Bergmann selbst sein unterirdisches Reich mit allerlei Gestalten, theils guten, theils bösen, bevölkert. Ist er nur etwas abergläubischer Natur, so bringt es die Stille der Tiefe, die nur selten durch ein Geräusch unterbrochen wird, das dann im hundertfachen Echo widerhallt, mit sich, daß er dasselbe dem Walten eines unsichtbaren Wesens zuschreibt, und in dem flackernden, ungewissen Scheine seiner Grubenlampe sieht er seinen eigenen Schatten für Gestalten an, welche ihm nachhuschen, ihm vorauseilen und ihn mit ihrem gespenstischen Treiben umgeben.

Andere Sagen, von welchen wir schon an einer früheren Stelle gesprochen haben, knüpfen an die feststehende Thatsache, daß in früheren Jahrhunderten häufig der Chemie kundige Italiener, die sogenannten »Venediger«, nach Deutschland kamen und von hier goldhaltige Erze, deren Werth den Deutschen noch nicht bekannt war, in ihre Heimat führten. Auch hier griff dann die Sage ein, indem sie diese Thatsache, besonders aber die Art und Weise, wie diese Erze gefunden wurden, und die Geheimnisse, mit welchen sich die Venediger zu umgeben suchten, ausschmückte und mit dem ewig grünenden Epheu der Phantasie umrankte.

In einer sehr großen Zahl von bergmännischen Sagen tritt der Berggeist auf, welcher jedoch wohl vom Rübezahl des Riesengebirges, den Musäus verherrlichte, zu unterscheiden ist. Der Charakter dieses Berggeistes ist durchaus nicht an allen Orten gleich, was hauptsächlich dadurch bedingt wird, daß er vielfach in der Sage mit anderen Figuren, besonders mit den gerne den Bergmann neckenden Gnomen, Kobolden und Wichtelmännchen verbunden wird und Eigenschaften angedichtet erhält, welche hauptsächlich diesen zukommen.

Die Sage erzählt, daß der Berggeist früher ein Bergmeister war, der solche Zuneigung zu seinem Berufe besaß, daß er Gott auf dem Sterbebette bat, er möge ihm statt der ewigen Ruhe und der Herrlichkeit des Himmels lieber die Erlaubniß ertheilen, bis zum jüngsten Tage in Gruben und Schächten umherzufahren, welche Bitte ihm auch gewährt wurde. Daraus geht wohl hervor, daß der Berggeist in seiner ersten Gestalt ausschließlich ein dem Bergmanne günstig gesinntes Wesen war, er hält demnach Zucht und Ordnung in der Grube aufrecht und bestraft deren Verletzung, er duldet kein Fluchen und Lästern, keinen unnützen Lärm in seinem Bereiche, er warnt vor hereinbrechender Gefahr, rettet und hilft. Besonders ist er aber dem Pfeifen in der Grube abhold. Wrubel erzählt, daß die Sage das Verbot des Pfeifens in der Grube vom Berggeiste selbst ausgehen läßt, damit er nicht im Schlafe gestört werde; diese soll in Thüringen aufgekommen sein. Nach alten Berichten hat es in den dortigen Gruben im Gesteine eingeschlossene giftige Gase gegeben. Bekam das Gestein durch den beim Abbaue entstehenden Druck einen Spalt, so zwängten sich durch diesen die bösen Wetter und entwichen unter schrillem Pfeifen. Dies war das Zeichen für die Bergleute,

sich schleunigst in Sicherheit zu bringen. Um nun dieses von der Natur gegebene Warnungssignal, dieses schrille Pfeifen, nicht mit dem mittelst der Lippen hervorgebrachten Laute zu verwechseln, also um unnöthige Aufregung zu ersparen, soll man den Bergleuten das Pfeifen unter Tage strenge untersagt haben. Von Thüringen kam dieses Verbot nach Schlesien, wo man es auch gegenwärtig noch, selbst in einzelnen Steinkohlengruben, kennt.

Aber nur in den Sagen, welche im Harz und Oberschlesien, zum Theile auch im Erzgebirge entstanden oder verbreitet sind, gilt der Berggeist als gutmüthig und dem Bergmanne zugethan, in den Sagen der meisten anderen Bergbaudistricte ist er oft boshaft, zornig und nicht abgeneigt, sich bitter an Jenen zu rächen, welche ihm eine Beleidigung zugefügt.

Die Art und Weise, in welcher der Berggeist zu erscheinen pflegt, ist ebenfalls höchst verschieden. Er nimmt die Gestalt des Steigers oder Markscheiders, wohl auch die eines gewöhnlichen Bergmannes an, er zeigt sich aber auch als Mäuschen oder als Roß, als rothe oder blaue Flamme, als feuriges Männchen, oder als großer schwarzer Vogel ohne Kopf. Tritt er als Bergmann oder Bergbeamter auf, so trägt er eine große Grubenlampe aus massivem Silber, welche weithin ihre Strahlen aussendet. Im Harz pflegt er dagegen als Mönch von riesiger Gestalt aufzutreten, der deshalb gebückt in den Strecken einherwandelt. In den Gruben bei Scherben trägt er große Stulpenstiefel, gelblederne Hosen und Blechhandschuhe, welche an den Enden der Finger mit spitzen Haken besetzt sind. Dort pflegt er sich auch häufig durch fürchterliche Ohrfeigen zu rächen, deren Spuren dann dauernd sichtbar bleiben.

Wie Wrubel des Weiteren ausführt, zeigt sich die Verschmelzung der Gestalt des Berggeistes mit den verborgene Schätze bewachenden Zwergen und Gnomen am deutlichsten an dem Knappenmandle, dem Gruben- oder Stollenmandle, den Schacht- oder Bergzwergen, welche in Tirol bekannt waren. Sie hatten die Gestalt von Gnomen oder Zwergen, waren jedoch hilfreich und gut, da sie den Bergleuten bei der Arbeit halfen, Fäustel und Bohrer zu härten wußten, erloschene Grubenlampen entzündeten und endlich nicht nur den Begünstigten reiche Adern und Gänge wiesen, sondern auch den Einbruch der Stollen, das Einbrechen wilder Wasser oder die Entzündung giftiger Schwaden aufhielten, so daß sich die Bedrohten in Sicherheit bringen konnten. Böse Knappen tödteten sie aber durch Wasser oder durch giftige Dünste. Häufig nehmen sie für ihre Hilfe auch Lohn entgegen, indem Jener, dem sie ihre Unterstützung zugesichert, täglich an einer bestimmten Stelle des Baues Brot oder Geld hinterlegen muß, ferner muß er sich zu unverbrüchlichem Schweigen verpflichten. Bricht er dies, so wird er gewöhnlich von dem Bergmännlein getödtet, wobei dasselbe gleichzeitig getreulich das erhaltene Brot 2c. abliefert.

Die Macht des Berggeistes, sei es nun in Gutem oder Bösem, erstreckt sich jedoch nur auf den Bereich der Grube, über derselben vermag er seine Gewalt

nicht auszuüben. Verfolgt er einen Knappen, so ist dieser sogar schon gerettet, wenn es ihm gelingt, die letzte Fahrt zu erreichen oder mit den Händen die Hängebank zu berühren.

Gewöhnlich steht jedoch der Berggeist dem Bergmanne hilfreich bei. Er unterstützt alte, schwache Bergleute bei ihrer Arbeit, führt Verirrte auf den richtigen Weg und zündet erloschene Lichter wieder an, wobei er häufig Oel oder Inselt (Unschlitt) von seiner Lampe auf jene des Bergmannes bringt. Und dieses hält dann so lange vor, bis der Beschenkte das Schweigen bricht und von seinem Erlebnisse Anderen Mittheilung macht. Gewöhnlich erscheint er in der Weise, daß er plötzlich aus dem sich öffnenden Gesteine heraustritt, und ebenso geht er in dasselbe zurück, ohne daß eine Spur hinterbleibt. In der Oeffnung des Gesteines sieht man aber Gold und Edelsteine schimmern und diese Schätze würden Eigenthum des Knappen, wenn er die Geistesgegenwart besäße, ein Stück seines Gezähes in die Oeffnung zu werfen. Durch den unerwarteten Glanz und Schimmer ist er jedoch stets so überrascht und geblendet, daß noch Jeder den günstigen Moment versäumte, denn als er wieder aufsah, war die Herrlichkeit verschwunden, das Gestein wieder zu.

Die Sage vom Berggeiste ist so alt, wie der deutsche Bergbau selbst; sie ist ein Ueberrest des heidnischen Götterglaubens, welcher Naturkräfte und Naturerscheinungen personificirte. Die Unzuträglichkeiten und die häufigen Unglücksfälle, die der Bergbau naturgemäß mit sich bringt, dachte man sich als den Ausfluß einer unterirdischen Macht, die allmählich als Beherrscher des unterirdischen Reiches, als Berggeist, auftrat.

Wie tief übrigens dieser Aberglaube nicht nur im Volke, sondern selbst in gebildeten Kreisen wurzelte, mögen folgende Stellen aus alten Schriften zeigen.

So schreibt Herttwig:

»Bergmännlein. Werden die Gespenster also genennet, die sich offt in Bergwercken sehen lassen; Theils heißen sie auch Bergmönche.

»Sind offt Ursache, das ein herrlich Gebäude auflässig werden muß.

»Denn ob wohl insgemein dafür gehalten wird, daß, wo sich dergleichen Gespenster mercken lassen, bald gute Anbrüche zu hoffen seyn werden, und auch solches dann und wann eingetroffen hat, so bleibet der Teuffel doch wohl Teuffel, und hat allezeit etwas Böses dabey im Sinn.«

Wrubel theilt folgende Stelle aus einem Buche der Straßburger Universitätsbibliothek, welchem das Titelblatt fehlt, mit. Sie steht im 13. Capitel, welches überschrieben ist: »Von denen Geistern, so in Bergwercken erscheinen und Bergmännlein genannt werden« und lautet:

»Was ihr Wesen anlanget, so hat man hiervon verschiedene Meinungen. Paracelsus de Philos. occult. Tr. de homunc. subterraneis untersteht sich zu behaupten, sie wären deren Menschen nicht gar ungleich, denn er spricht: ‚Sie haben Fleisch und Blut‘ und bald darauff: ‚Sie sterben aber nach langem Leben.‘ Doch wir haben billig Ursach an diesem Vorgeben zu zweiffeln, weil wir

mit dem Herrn Rumpelio nicht glauben können, daß Paracelsus jemahls einem solchen Bergmännlein werde zu Ader gelassen, oder eines anatomirte, oder auch zu Grabe getragen habe. . . . .«

Also auch Paracelsus, der bedeutendste Arzt seiner Zeit, dem die Wissenschaft im Allgemeinen, in erster Linie aber die Arzneikunde und auch der Bergbau, besonders die Aufbereitungskunde, manchen bedeutenden Fortschritt verdankte, war nicht frei von solchem Aberglauben! Er lebte 1493—1541.

Die citirte Stelle lautet dann weiter:

. . . . Seite 145. »Die Erfahrung lehret, daß sie (die Berggeister) leichte sich darstellen, leichte aber auch verschwinden können, wie denn Olaus der Bischoff von Upsal in der ,Beschreibung der Mitternächtigen Länder und ihrer Gebräuche' Lib. VI. c. IX. von denen Berg-Männlein saget: ,Sie ruffen die Bergleute an einen Ort; wenn sie denn kommen, so ist niemand vorhanden. Folglich müssen ihre Leiber aus solcher Materie bestehen, welche leichte kan verdicket und den menschlichen Augen dargestellet, und auch leichte kan verdünnet und dem menschlichen Gesicht entzogen werden.'«

»Den Ort solcher Berggeister anbelangend, da sie sich am meisten aufzuhalten pflegen, solches sind diejenigen Fund-Gruben oder Bergwercke, welche eine reiche Ausbeute zu geben pflegen, wie solches nicht nur vor diesem beobachtet worden, sondern auch noch heutigen Tages in denen Annabergischen, Schneebergischen und auch Schmalkaldischen Bergwercken gespüret wird. Olaus hat es gleichergestalt angemerket, wenn er l. c. spricht: ,Das thun sie fürnemlich in denen reichen Bergwercken, da zu hoffen ist, das man einen reichen Schatz finden werde.' Doch darff man deßwegen nicht mit Trithemio meynen, als ob dieses der Ort sey, dahin sie von ihrem Schöpfer nach ihrem Falle verstoßen worden, auch darff man mit Theophrasto Meteor. c. 4. eben nicht glauben, daß sie von Gott in solche Ertz-Gruben gesetzet worden, daß sie darinnen wohneten, wie wir Menschen hier auf der Welt wohnen, sondern es ist zu muthmaßen, daß sie deßwegen dergleichen Orte zu ihrem Aufenthalt erwehlen, weil sie daselbst die beste Gelegenheit haben die Menschen zu äffen und sie in Sünde zu stürzen; denn es bleibt wohl dabei, daß der Geitz eine Wurzel sei alles Uebels, und daß derjenige, welcher allzusehr nach Geitz und Reichthum trachtet, mit gar leichter Mühe auch zu allerhand Sünde könne verleitet werden; um dergleichen Sünden mit Lust anzuschauen und nach vermögen zu fördern, befindet sich der böse Geist an solchen Orten. . . .«

Diese und die folgende Stelle zeigen uns auch, wie der ursprünglich gute Berggeist einen ganz anderen, entgegengesetzten Charakter dadurch bekommt, daß man ihm Eigenschaften des leibhaftigen Teufels andichtet. Bei Theophrastus, de occult. philos. lib. VI, welche Stelle ebenfalls in dem erwähnten Buche der Straßburger Bibliothek citirt ist, heißt es:

»Sie (die Bergmännlein) verkündigen auch einem den Tod, also, wo mans höret klopfen zum ersten-, zweiten- und drittenmale, so bedeutet es den Tod des

Bergmanns, der daselbst seine Arbeit hat; entweder er wird von dem Bergwerke bedecket oder kommt sonst um sein Leben. Das ist nun bei denen Bergleuten eine gewisse Erfahrung, und die Bergverständigen haben große Acht auf solche Dinge. Ich will hier nicht weitläufig demonstrieren, wie es möglich sey, daß solche Geister dergleichen futura contingentia, oder solche zukünftige Dinge, welche geschehen und nicht geschehen können, vorher zu sagen wissen, sondern nur kürzlich dieses melden, daß sie zuweilen gar wohl aus eigenen Kräfften ohne die Offenbarung eines anderen das Todes-Stündlein solcher Bergleute wissen können. Zum Exempel, wenn dieser oder jener Bergmann durch das einfallende Bergwerk, durch Zerbrechung seiner Leiter, durch Zerreißung derer Ketten und dergleichen sein Leben endigen soll, so weiß ja der Satan, der alle Oerter und Winkel penetriren und durchwandern kann, wo das Bergwerk schadhaft, wo die Leiter oder Kette zerbrechlich, folglich kann er auch muthmaßen, welchen Bergmann dergleichen Unglück betreffen werde. Doch am allerbesten weiß dieser Geist dergleichen Todesstunde derer Menschen durch Offenbarung des Höchsten, welcher wie in anderen Fällen also auch in diesen sich des Dienstes der bösen Engel bedienen und sie zwingen kan, daß sie diesen und jenen, welchen Got dergleichen Gnade erweisen will, sein instehendes Todes-Stündlein anzeigen und durch dreymaliges Anklopfen ankündigen müssen; denn daß der leidige Satan aus eigener Bewegung dergleichen vornehmen sollte, ist daher nicht glaublich, weil uns Sterbliche in dieser Welt nichts mehr erschrecken, den Lauff unserer Sünden nichts besser hemmen und zu unserer Buße uns nichts eher erwecken kan, als wenn wir uns versichern können, daß das Stündlein unseres Todes vorhanden und das Ende unseres Lebens nicht mehr weit entfernt sey. . . . Daraus ist also zu schließen, daß solche Geister wider ihren Willen aus Gottes sonderbarer Vorsehung Boten des Todes und ungewöhnliche Bußwecker sein müssen, durch welche die sonderbare Langmuth des Höchsten verhindert, daß solche Seelen nicht allzuschnell von dem Tode übereilet und also leicht in Verzweifflung gestürzet werden. . . .«

Wir sehen, wie fest sich die damalige Zeit in den Aberglauben verrannt hatte und welch lächerlich-spitzfindige Untersuchungen auf der Grundlage dieses Aberglaubens angestellt wurden. Aber schon um die Mitte des vergangenen Jahrhundertes dachte man anders. Josef von Sperges schreibt nämlich in seiner 1765 zu Wien erschienenen »Tyrolischen Bergwerksgeschichte«:

»Wenn dem noch vorhandenen Berichtschreiben eines gewissen Hildeprand Lappi, Abgesandten der freien Stadt Florenz, zu trauen und selbiges nicht vielmehr wegen so vieler abgeschmackten Fabeln, womit es angefüllet ist, für ein eitles Gedicht zu achten wäre, so glaube ich, das die Untersuchung des Landes, welche der gedachte Florentiner mit dem Schwarzkünstler (Necromantico) des Herzogs von Kärnten, so vermutlich der vorgenannte Heinrich war, in Tyrol vorgenommen hatte, in bergmännischen Absichten geschehen, und unter dem Namen der großen Schätze, welche nach seinem Vorgeben in Insprucк und Brunecken und in der

Gegend von Seben unter der Erde verborgen liegen und von Teufeln bewacht sein sollten, reiche Ertzgänge und edle Klüfte zu verstehen wären. Die dumme Einfalt und Unwissenheit desselben Weltalters machte alle Märchen geradeweg glauben. Also ging zur Zeit des vorgedachten Heinrichs der Ruf in Tyrol, daß es im Lande Bergmännchen gäbe, die mit den Menschen Umgang hätten, mit ihnen äßen, spielten u. s. f. Der Chronikschreiber will den Leser, daß es keine Blenderey, noch ein falscher Wahn gewesen, überreden und seine Erzählung mit dem Zeugnisse des Bischofs Matthaeus zu Brixen und vieler anderer glaubwürdiger Personen bewähren. Die ganze Fabel muß von den Bergknappen ihren Ursprung gehabt haben. . . . .«

Heute sind die alten Bergsagen nahezu verschollen, und verklungen sind die Bergreihen, die einst so fröhlich getönt. Die Berggeister und die Bergmännlein, sie haben sich vor dem Gedröhne der Dampfmaschine, vor den Schlägen des Bohrers, der mit Wucht an ihre Klause pocht, in die tiefsten Klüfte und Spalten zurückgezogen. Nicht mehr an sie glaubt heute der Bergmann, es sind andere Gebilde, doch auch nur Phantome der Phantasie, denen er vielfach nachjagt. Wir leben in einer aufgeklärten Zeit. Sie hat nicht nur die Dampfmaschine gebracht und die die Welt beglücken sollenden Lehren des radicalsten Socialismus, sie hat auch die Poesie aus dem Herzen des Bergmannes gescheucht und ihm seinen kindlichen Aberglauben genommen. Daß er heute mehr lernt als seine Vorfahren, ist sicher, ebenso daß sein Blick ein weiterer, sein Urtheil ein schärferes geworden ist. Ob der Bergmann von heute aber auch glücklicher und zufriedener ist als seine Vorfahren, denen noch Berggeister reiche Anbrüche wiesen und Bergmännchen bei der schweren Arbeit halfen, ist eine andere Frage. Wir fürchten sehr, sie muß verneinend beantwortet werden. . . . .

Mit Glücksgütern war der Bergmann nie gesegnet. Meist war die Löhnung sehr gering, und war sie auch, besonders in den früheren, wesentlich billigeren Zeiten, vollkommen ausreichend, um den Bergmann und seine Familie zu erhalten, so hinterblieb dieselbe doch meist im tiefsten Elende, fiel der Ernährer einem Unglücksfalle zum Opfer. Dem trat aber auch schon frühzeitig die Organisation des Bergmannsstandes wohlthätig entgegen, die Knappschaften bildeten unter sich besondere Institutionen, welche die Unterstützung arbeitsunfähiger Bergleute, sowie der Witwen und Waisen zur Aufgabe hatten. Schon die Kuttenberger Bergordnung aus dem Jahre 1300 erwähnt bereits diese Knappschaftscassen, auch wohl Gnadengroschencassen oder Bruderladen genannt. Ursprünglich war die Bildung derselben jeder Knappschaft überlassen; der Zweck dieser Einrichtungen bewährte sich jedoch vollkommen und die Nothwendigkeit nach einer Verallgemeinerung dieser Institution trat immer deutlicher zu Tage, so daß sich die neuere Gesetzgebung entschloß, die Bildung und den Beitritt zu solchen Cassen für die Bergleute obligatorisch zu machen. Ruhte jedoch seinerzeit die Beitragsleistung ausschließlich auf den Schultern der Mitglieder, so wurde durch die moderne Gesetzgebung bestimmt, daß

nun auch die Werksbesitzer zu den Kosten beizutragen haben, gleichzeitig wur
ihnen aber auch Sitz und Stimme in der Verwaltung eingeräumt.

Ist es für den Bergmann auch scheinbar eine drückende Last, daß er v
dem ohnedies kärglichen Verdienste allwöchentlich noch einen gewissen Betrag d
Bruderlade überlassen muß, so ist dies doch eine segensreiche Institution, da
im Falle der vorübergehenden oder dauernden Invalidität eine Unterstützung b
ziehungsweise eine Pension erhält, und nach seinem Tode auch die Hinterblieben
deren alleiniger Ernährer er oft gewesen, wenigstens theilweise versorgt werden.



Betheilung nothleidender Kohlenarbeiter. Zu Seite 334.

Die höchst ungünstige materielle Position der meisten Bergarbeiter wird durc
diese Einrichtungen, so segensreich sie auch im Allgemeinen sind, doch nicht aus de
Welt geschafft. Um die schlechte, mitunter sogar menschenunwürdige Lage viele
Bergarbeiter zu schildern, bedarf es erst keines Hinweises auf die unglückliche
Verbannten in den Bergwerken Sibiriens, oder die Förderjungen in den Schwefel
minen Siciliens, die um ein Sündengeld an gewissenlose Unternehmer von ihre
Eltern verhandelt werden. Wer Elend sehen will, der begebe sich in die Kohlen
reviere der civilisirten Länder Europas, dort mache er seine Studien. Und wen
dann noch Jemand die Stirne besitzt, zu behaupten, es gebe keine weißen Sclave

n unseren modernen Bergwerken, dem wird er dann in gebührender Weise zu ntworten wissen . . . . .

Welcher Gegensatz! Einst ein geachteter, privilegirter und angesehener Stand, mwoben von Poesie, verherrlicht durch Lieder und Gesänge, heute vielfach das effste Elend, Noth und Hunger.

Wann kommt der Tag, der auch allen Wackeren der Tiefe, die sich abmühen nd ihr Leben stündlich in die Schanze schlagen für das Wohl der gesammten Menschheit, die Erlösung bringt und ihnen ein Dasein schafft, würdig eines »Eben-ildes« Gottes . . . . .?



Bergingenieur und Bergmann in Parade. (Nach Zeichnungen von A. Windholz in M.-Ostrau.)



Die Erze und deren Verarbeitung.

L. E. Petrovits ges.

ORK
RARY



». . . . . Du findest in der Erde Schoß
Mit stillen, ahnungsvollen Freuden,
Das Gold als ein metallisch Moos
Sich wachsend von dem Steine scheiden.
Das Silber als Gesträuch, das Kupfer als Gestrüppe.
Verwund'rung stammelt deine Lippe,
Und neue Schätze werden bloß.

Wenn geometrisch Zinn und Blei
In Fläch' und Ecke sich beschränken,
So wird das Eisen oft sich frei
In Zapfen tropfend niedersenken. . . .«

Goethe.



Chilenischer Erzträger.

Die historische Entwickelung des Bergbaues lehrte uns, daß sich derselbe aus ganz bescheidenen Anfängen zu dem mächtigen Factor in Handel und Gewerbe, zu der eminenten Bedeutung aufgeschwungen hat, welche er heute nicht nur als ein unsere derzeitige Cultur förderndes, sondern sie einzig und allein ermöglichendes Glied der Urproduction einnimmt. Diese gebietende Stellung kam ihm aber auch nicht mit einem Schlage zu, Schritt für Schritt hat er sich dieselbe errungen, indem er immer mehr Bedeutung für die Menschen erlangte. Denn als den Menschen durch den Bergbau Güter zu Theil wurden, welche ihnen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse tauglich erschienen, spornte dies auch wieder zu energischerer Arbeit in den Bergwerken an. In erster Linie aber waren es die Metalle, und zwar die zu technischen Zwecken verwendbaren unter denselben, welche den Menschen auf der Bahn der Cultur fortschreiten ließen und es einzig und allein ermöglichten, daß er die ihm heute zukommende gebietende Stellung über die Kräfte der Natur, die er sich dienstbar gemacht, erringen konnte.

In den ersten Anfängen wurde der Bergbau nur betrieben, um Lagerstätten von Feuerstein auszubeuten, welcher sich sehr gut zur Herstellung von Werkzeugen und Waffen geeignet erwiesen hatte. Verhältnißmäßig bald wurde der Mensch jedoch mit einem Metalle vertraut, doch war dies nicht das heute herrschende, das Eisen, sondern das Kupfer, welches an manchen Orten gediegen in der Natur vorgefunden wird, sich relativ leicht bearbeiten und formen läßt und auch weitaus leichter aus seinen Erzen abgeschieden werden kann, als das Eisen. So große Vortheile aber auch das Kupfer gegenüber dem schwer zu bearbeitenden und spröden Feuersteine besaß, so war es doch auch mit mancherlei Nachtheilen behaftet, deren wesentlichster die zu große Weichheit, die geringe Widerstandsfähigkeit ist. Deshalb konnte es wohl als Waffe verwendet werden, als Werkzeug war es dagegen nur in den seltensten Fällen brauchbar, und dies bringt es auch mit sich, daß wir in jener Epoche, in welcher wir zuerst dem Kupfer begegnen, und zwar dem reinen, noch nicht mit anderen Metallen legirten Kupfer, neben demselben die deutlichsten Beweise der ausgedehnten Verwendung von aus Stein geformten Geräthen antreffen, ja das Kupfer vermochte nicht einmal die aus Knochen gebildeten Werkzeuge jener Zeit, wie Nadeln u. dgl., zu verdrängen. Es stand somit neben dem Steinwerkzeuge in Verwendung, und es ist deshalb nicht am Platze, von einer besonderen »Kupferzeit« — im gleichen Sinne, wie wir den Ausdruck »Steinzeit« gebrauchen — zu sprechen.

So wenig mit dem Kupfer selbst auch angefangen werden konnte, in so geringem Maße dasselbe auch geeignet war, dem Menschen wirklich zu nützen und denselben auf eine höhere Culturstufe zu heben, so war es doch ein wichtiger Vorläufer der kommenden Epoche, in welcher es die ausgedehnteste Verwendung fand, jedoch nicht in seiner ureigenen Form, sondern in Gemeinschaft mit dem Zinn, als Bronze.

Die Bronze war berufen, einen vollständigen Umschwung in der Lebensweise unserer Vorfahren hervorzurufen. Jetzt erst, da sie dieses harte und doch leicht formbare Metall zur Verfügung hatten, konnten sie dasselbe überall dort zur Anwendung bringen, wo das geschmeidige Kupfer vollständig versagt hatte. Jetzt erst fand eine allgemeine Anwendung des Metalles statt, und diese Zeit, in welcher die Bronze ausschließlich zu den verschiedensten Zwecken, zur Herstellung von todbringenden Waffen, von Werkzeugen, Gefäßen, Schmuck u. dgl. Anwendung fand, die »Bronzezeit«, zeigt uns, besonders in späteren Epochen, das Bild einer verhältnißmäßig weit vorgeschrittenen Cultur, in welcher wir auch schon das künstlerische Element ziemlich hoch entwickelt sehen.

So werthvoll die Bronze dem Menschen geworden war, so viele Vortheile und culturelle Fortschritte er derselben verdanken mußte, so mußte sie doch dem Eisen weichen, welches nach und nach bekannt wurde, welches sich zu den verschiedensten Zwecken noch weitaus besser eignete als die Bronze, und dem die werthvolle Eigenschaft zukam, sich härten zu lassen. Zudem kam noch, daß das

Eisen, sobald man nur gelernt hatte, es aus seinen Verbindungen abzuscheiden, fast an allen Orten leicht zu erhalten war, während das Kupfer und besonders das Zinn doch nur relativ selten gefunden wurden. So kam es denn, daß das Eisen das Kupfer nach und nach verdrängte, daß das Eisen der Alleinherrscher wurde und bald, seiner großen Verbreitung wegen, die ausgedehnteste Anwendung fand.

Je mehr aber die Metalle, und unter ihnen in erster Linie das Eisen, Anwendung fanden und unentbehrliche Hilfsmittel wurden, in desto ausgiebigerem Maße wurde auch der Bergbau betrieben, desto mehr gewann er an Bedeutung, und eine umso größere Aufmerksamkeit wurde ihm zugemessen. Der Erzbergbau war es also, welchem wir unsere heutige Cultur zu verdanken haben, die ohne Kenntniß und ohne jene Mengen der Metalle, welche verbraucht wurden, nicht wäre denkbar gewesen. Ueberhaupt bedarf es wohl keiner weiteren Ausführung, daß die gesammte Entwickelung des Menschengeschlechtes ohne Bekanntschaft mit den Metallen ein Ding der Unmöglichkeit gewesen wäre.

Den letzten Anstoß zur Erreichung der heutigen Stufe, besonders was die großartigen Errungenschaften der Technik, unsere modernen Verkehrsmittel, sowie überhaupt unser heutiges Culturleben anbelangt, hat aber auch wieder der Bergbau gegeben. Erst als die unerschöpflichen Kohlenvorräthe der Erde erschlossen waren, als die »schwarzen Diamanten« in einer von Jahr zu Jahr sich steigernden Menge gefördert wurden, konnte der Geist des Menschen die letzten, entscheidenden Schritte unternehmen. Jetzt erst, als die Kohle bekannt war, konnten die enormen Dampfmaschinen entstehen, welche spielend Lasten bewegen, konnten die Bahnen gebaut werden, deren schimmernde Geleise einem dichten Gespinste gleich den Erdball überziehen. Jetzt erst war Raum und Zeit nahezu gegenstandslos geworden und konnte ferner die Metalltechnik, deren Können wir ebenso in den kühnen Eisenconstructionen der Meeresarme überspannenden Brücken, wie auch in der Stahlfeder bewundern müssen, ihre segensreiche Thätigkeit entfalten. Und in welcher Weise die durch die Kohle und die Dampfmaschine ermöglichten Errungenschaften wieder dem Bergbaue selbst zu Nutze kamen, haben wir schon an einer früheren Stelle gewürdigt. . . .

Die Schätze aber, die der Bergmann aus dunkler Tiefe zu Tage fördert, sind nur in den allerseltensten Fällen geeignet, direct dem Menschen zu dienen. Wir haben sie vielmehr als Rohstoffe zu betrachten, die erst einen Proceß der Umformung und Veredelung durchmachen müssen, ehe sie überhaupt brauchbar sind.

Der Spatheisenstein beispielsweise besitzt wohl einen gewissen Werth, durch den Besitz desselben allein wäre aber Niemandem gedient. Erst bis er den Hochofen passirt hat und das in ihm enthaltene Eisen als Roheisen abgeschieden wurde, hat er seinen Zweck erfüllt. Das Roheisen selbst ist aber auch nur ein Zwischenproduct, welches erst weiter umgeformt und veredelt werden muß und welchem andere Eigenschaften ertheilt werden müssen, ehe es direct brauchbar ist. Erst bis es

als mächtiges Gußstück oder als Eisenbahnschiene vor uns liegt, oder bis ein Theil desselben als Feder in unserer Taschenuhr diese in stetem Gange erhält, ist die Thätigkeit des Bergmannes, der das Erz gefördert, der Allgemeinheit zu Gute gekommen. Bis aber aus dem Stücke Erz die Uhrfeder wurde, mußten hundert und aber hundert Hände thätig sein, und mußte eine Unsumme von Scharfsinn und Erfindungsgeist angewendet werden, um diese Umformung und Veredelung überhaupt zu ermöglichen. Die Uhrfeder bildet so gewissermaßen das letzte Glied einer langen Kette, deren erstes die Thätigkeit des Bergmannes darstellt.

Und da eben die Producte des Bergbaues als solche dem Menschen direct wenig Nutzen bringen können, da sie erst durch die weitere Verarbeitung die nöthige Umformung erfahren, so müssen wir, neben der Besprechung der Gewinnung der Erze, auch deren Verarbeitung in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Allerdings ist dies ein Gebiet von mindestens der gleichen Ausdehnung und der gleichen Vielseitigkeit wie der Bergbau selbst, sie ist ferner auch eine Obliegenheit, welche nicht mehr dem Bergmanne, sondern dem Hüttenmanne zukommt, und Bergbau und Hüttenwesen sind heute zwei Gebiete, welche, dank dem sich überall geltend machenden Principe der Arbeitstheilung, streng von einander gesondert sind. Diese Arbeitstheilung war aber unbedingt nöthig, sollte eine gedeihliche Entwickelung direct auf einander angewiesener Industrien ermöglicht werden, und sollte jede derselben das Höchstmögliche leisten. Heute ist der Bergbau wie auch das Hüttenwesen jedes eine Wissenschaft für sich, und es erfordert einen ganzen Kopf, um nur eine derselben vollständig zu beherrschen. Da aber der Bergmann auf den Hüttenmann und dieser in gleicher Weise auf den Bergmann angewiesen ist, denn einer könnte ohne den anderen nicht bestehen, so liegt es in der Natur der Sache, daß wir wenigstens in großen Zügen die Verarbeitung, die Verhüttung der Erze besprechen werden....

Zunächst wollen wir uns aber mit der Archäologie der Metalle, ihrem ersten Auftreten und ihrer Verbreitung selbst näher befassen, den Einfluß, welchen dieselben auf den Culturzustand der Menschheit überhaupt genommen, haben wir schon flüchtig skizzirt.

Es ist begreiflich, daß der Beginn der Verwendung der Metalle zu den verschiedensten Zwecken weder bei allen Völkern gleichzeitig, noch bei einem derselben plötzlich stattgefunden hat. Der Anfang der Metallzeit, wie wir diese Epoche, in welcher wir noch heute leben, nennen können, läßt sich weder bei den ältesten Rassen, die wir im Besitze von Metallen finden, nach ihrem Anfange auch nur ungefähr chronologisch bestimmen, noch zeigt sich hier bei der gesammten Menschheit ein deutliches culturelles Fortschreiten, welches wir verfolgen könnten. Auch hinsichtlich dieses Culturmittels zerfällt unser Geschlecht in Gruppen, welche getrennte Bahnen gewandelt sind, bis Völkerbewegungen stiller oder gewaltsamer Art die Culturkreise durchbrachen und Umwälzungen hervorriefen, wie sie sich noch heute in fernen Gegenden des Erdballes vollziehen.

»Die ganze Völkergruppe der Südsee« — sagt Hoernes — »muß von der Betrachtung dieses Fortschrittes ausgeschlossen werden; sie ist ohne den ersten Beginn desselben auf der Bahn ihrer Entwickelung zurückgeblieben. Und dies nur aus dem Grunde, da an den von ihnen bewohnten Stellen die Erde keine Metallschätze birgt, es ist theils vulcanischer, theils durch die Jahrtausende lange Thätigkeit der Koralle entstandener Boden. Dagegen finden wir die verschiedensten Stufen der autochthonen Metallbenützung bei den Indianern Amerikas, bei den afrikanischen Negerstämmen, und endlich bei den asiatisch-europäischen Völkern.

Die nordamerikanischen Indianer fanden mühelos gediegenes Kupfer, zuerst gewiß zufällig, an den Küsten der Hudsonbai und am Oberen See. Neugierig, und dem jeden Menschen innewohnenden Spieltriebe gehorchend, prüften sie das Verhalten der rothbraunen, schweren Masse mit Fingernagel und Stein, und sie entdeckten, daß sich dieselbe hämmern ließ. Ihr Verhalten im Feuer blieb ihnen aber unbekannt. So zerhackten sie denn Kupferstücke mit ihren natürlich steinernen Streitäxten und formten daraus durch Hämmern und Treiben Schmucksachen, ja sie brachten es sogar bis zur Herstellung von Ringen, welche als Körperzier dienten. Als Werkzeugmetall konnte das Kupfer dagegen mit dem Steine nicht concurriren, indeß machten sie auch hier einen Anfang, und formten, immer noch ohne das Metall zu schmelzen, daraus Aexte, Meißel, Dolche, Pfeil- und Lanzenspitzen.

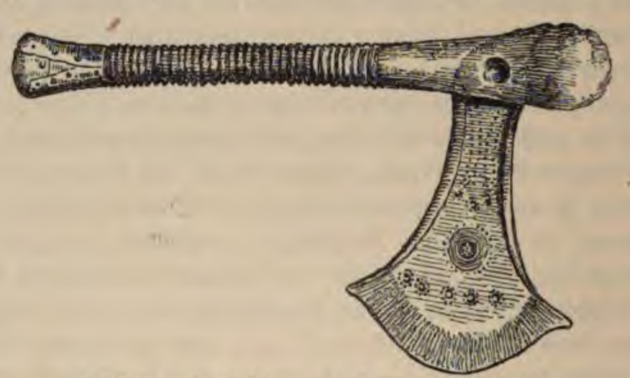
In Afrika ist das Kupfer wohl auch einigen Stämmen bekannt. So verstehen die Bergdamaras in Südafrika Kupfererze zu verhütten und formen aus dem Metall zwischen zwei Steinen, welche als Hammer und Amboß dienen, Ketten, Ringe und Armbänder, wofür sie als Tauschobjecte von ihren Nachbarn Lebensmittel erhalten, denn ihr eigenes Land ist arm, und sie betreiben weder Viehzucht noch Ackerbau. Aber die afrikanischen Völker verdienen in der Geschichte der Metallurgie einen anderen Platz; denn bei ihnen blüht vor Allem das Ausbringen und Schmieden des Eisens. Ja in vielen Gegenden des dunklen Erdtheiles war vor dem Eisen überhaupt kein anderes Metall bekannt, man ist direct und frühzeitig vom Stein zum Eisen übergegangen. Aber der Uebergang war kein vollständiger und die Cultur hat daraus nicht jenen Nutzen gezogen, der ihr unter anderen Umständen hätte erwachsen können.

Ein hervorragendes Stück afrikanischer Schmiedekunst zeigt die Abbildung auf Seite 344; es ist dies ein Schlachtbeil der Stämme vom Lomami, dessen Eisenklinge mit Einlagen von Kupfer kunstvoll verziert ist, dies Stück besitzt eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit jenen Beilen, welche schon die alten Aegypter besaßen. Die Araber, bekannt als treffliche Kenner und Liebhaber schöner Waffen, wissen diese Schlachtbeile der Congoneger sehr zu schätzen und bringen sie vielfach an sich.

Fundstellen von Eisenerz sind in Afrika reichlich vorhanden, und der Reichthum mancher Gegenden an diesen Mineralien, welche in Form von Knollen und Nieren zu Tage liegen, erklärt hinlänglich, daß man da und dort selbständig auf die Abscheidung des in ihnen vorhandenen werthvollen Metalles verfallen ist, wenn

dieselbe auch zunächst in der allerprimitivsten Weise erfolgte. Ging der zu Tage liegende Vorrath aus, so war es leicht, dem Erzvorkommen in der Erde nachzugehen, die Verhüttung der Metalle wurde durch Anwendung höchst primitiver Blasebälge bald erleichtert. Das gewonnene Eisen dient zur Herstellung von Lanzenspitzen, sowie von Hacken, welche zur Feldbestellung verwendet werden, jedoch in einer gewissen Form auch als Zahlmittel dienen, neben diesen werden andere, ebenfalls als Scheidemünze dienende Eisenstücke verfertigt. Das Metall wird ein gesuchter Tauschartikel, und die Leute, welche sich mit der Gewinnung desselben befassen, genießen ein eigenthümliches, zwischen Haß und Verehrung schwankendes Ansehen.«

Auf diese merkwürdige Erscheinung stoßen wir überall dort, wo sich das Handwerk des Schmiedes als besondere Profession herausgebildet und von anderen Handwerken abgegrenzt hat, ja selbst in unseren Alpenländern können wir noch deutlich wahrnehmen, welches Ansehen der Dorfschmied genießt, wie er gleichzeitig



Eisenbeil mit Kupfereinlagen vom Congo. Zu Seite 343.

in der Regel auch das Amt des Thierarztes versieht, und wie er bei Erkrankungen von Menschen, sowie überhaupt in wichtigen Fällen zu Rathe gezogen wird, wodurch er sich wesentlich von anderen Handwerkern unterscheidet. Er hat sich ein Restchen vom Reize des Geheimnißbewahrers, des Besserwissenden bis auf unsere Tage erhalten. Er ist eine Figur aus alter Zeit, welche man sich gerne auch in vorgerückten Jahren und von ehrwürdigem Aeußeren vorstellt. Schon in der graueften Vergangenheit lebte der Schmied häufig als Fremder unter einem Volke mit anderer Sprache, anderen Göttern; nicht als einer, der aus der Fremde gekommen, sondern als einer, der geblieben war, während seine Umgebung sich geändert hatte. Da er damals auch gleichzeitig Bergmann und Hüttenmann sein mußte, d. h. da er genöthigt war, das Erz selbst zu sammeln und das Metall auszuschmelzen, so war er mit seinem Handwerke, das ihn ernährte, an die Stelle, an das Erzvorkommen gebunden. Die andere, ackerbautreibende Bevölkerung aber, oder gar der wanderlustige Heerdenbesitzer, die wechselten den Ort, sobald ihnen anderswo ein Landstrich verlockender schien, oder der bisher bewohnte ausgenützt

war; nicht selten mag es auch der Fall gewesen sein, daß sie der Gewalt der Stärkeren und Zahlreicheren weichen mußten, und fremde Herren sich an ihre Stelle setzten. Diese duldeten aber den Schmied, weil sie ihn brauchten, denn es gab nicht viele, welche die gleiche Geschicklichkeit besaßen wie er. Trotzdem wurde er aber mit einer gewissen Abneigung angesehen, da er stammfremd war, er hatte auch andere Götter, die er in einer fremden, vielleicht absonderlich erscheinenden Weise verehrte und denen nicht zu trauen war. Deshalb wurde er wohl auch als mit bösen Geistern im Bunde stehend gefürchtet, welche in der raucherfüllten Schmiede, im sprühenden Feuer ihren Tempel hatten, und denen er als ein Mächtiger gebot. So war der Schmied ein Zaubermann, ein Gegenstand frommer Scheu, den man aber doch oft genöthigt war, aufzusuchen, sei es, um sich seiner Kenntniß des Handwerkes zu bedienen, sei es, um seinen Rath, seine geheimnißvollen Kräfte zu versuchen.

Im Norden Afrikas, bis über den Sudan hinaus, soweit fremde Herrscherstämme in den Negerwelttheil vorgedrungen, bilden die Schmiede, Reste der vertriebenen schwarzen Urbevölkerung, besondere Kasten, wie Hoernes in seiner »Urgeschichte des Menschen« ausführt. So bei dem Wüstenstamme der Tubu, wo man nachher das Märchen erfand, daß ein Schmied den Propheten des Islams durch Verrath beleidigt habe. Dort sind die Schmiede Parias, von jeder Zwischenheirat im Stamme ausgeschlossen, aber als gefährliche Zauberer sehr gefürchtet. Die gleiche Schätzung wird ihnen bei den christlichen Abessiniern zu Theil, welche ihre »Falascha« jedoch zu Juden, d. h. zu Beleidigern des christlichen Religionsstifters machen. Auf diesem Gebiete bis zum Tschadsee hinab muß die schwarze Urbevölkerung der Eisenschmiedekunst verständig gewesen sein, während die rothweißen und dunkelweißen Eindringlinge aus Aegypten, Lybien oder Arabien vielleicht nur das Gießen anderer Metalle kannten. Sonst würden sie mit dem übrigen schwarzen Volke auch die Schmiede vertrieben und ihre eigenen an deren Stelle gesetzt haben.

Aehnliche Zustände treffen wir nach der Bibel im heiligen Lande zur Zeit der Eroberung desselben durch die Juden. Diese waren, als sie aus der arabischen Wüste kamen, ein Beduinenstamm, welcher keine eigenen Schmiede besaß. Wenn nun jemand von ihnen seine Pflugschar oder Haue oder Beil oder Spaten wollte schärfen lassen, mußte er zu den Kanaanitern hinab, denn diese hatten auch ihre Schmiede aus dem eroberten Theile des Landes zurückgezogen. Um dieselbe Zeit wurden Schlachten geschlagen, in welchen nur zwei Männer des jüdischen Heeres Schwerter besaßen, und zwar Saul und sein Sohn Isboseth.

Wie die Juden trotz ihrer höchst mangelhaften Vertrautheit mit dem Metalle doch die metallkundigen kanaanitischen Stämme besiegten, so hatte auch nach der chinesischen Ueberlieferung das Volk der Mitte mit Steinwaffen, nachdem es in das Land eingedrungen, die des Schmiedehandwerkes kundigen Alt-Tibeter niedergeworfen und verdrängt. Schon zwei Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung

sollen die Chinesen mit einer Reihe der wichtigsten Metalle bekannt gewesen sein; aber reichlichere Verwendung fanden nur Gold, Silber und Kupfer zu Schmucksachen, die ja von jeher das bevorzugte Erzeugniß des menschlichen Kunstfleißes bildeten. Unter der Dynastie Tschen, welche 1123—247 v. Chr. regierte, wurde die Bronze erfunden, und, wie im Westen der alten Welt, begierig aufgegriffen. Kaum war diese so überaus brauchbare Legirung bekannt geworden, so wurde dieselbe auch schon zur Herstellung der verschiedensten Dinge, als Waffen, Werkzeuge, Schmucksachen u. s. f. verwendet. Erst im dritten Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung fand die Eisentechnik Eingang, und zwar zunächst nur in einem der Kleinstaaten, welche damals China bildeten, aber erst zur Zeit der Geburt Christi soll das Eisen in Ostasien zur vollen Herrschaft gelangt sein.

Die Bronze muß in alten Zeiten ein besonders beliebtes und bevorzugtes Metall gewesen sein, denn sonst wäre es nicht erklärlich, daß sich die allgemeine Anwendung des Eisens so lange verzögerte, und daß, selbst nachdem dasselbe bekannt geworden, die Bronze dasselbe nicht recht zur Geltung kommen ließ und auch später neben dem Eisen immer noch eine bevorzugte Stellung einnahm. Dies dürfte aber zunächst auf zwei Ursachen zurückzuführen sein. Einerseits ist die Bronze nämlich schöner und stellt sich dem Auge gefälliger dar als das Eisen, andererseits ist sie wesentlich leichter zu bearbeiten, als dieses. Sie rostet nicht, behält leicht ihre schönfarbige Oberfläche und kann sehr leicht in der Form gegossen werden, so daß also keine besonderen Kenntnisse der Schmiedekunst erforderlich waren, um sie zu bändigen. Auch ließen sich zerbrochene Stücke ohne besondere Mühe umschmelzen und in neue Formen gießen, während man damals mit einer gebrochenen Eisenwaffe nichts anzufangen wußte, dieselbe war und blieb unbrauchbar, werthlos.

Während die Indianerstämme Nordamerikas nur die Bearbeitung des gediegenen Kupfers auf kaltem Wege verstanden und die Negerstämme Afrikas schon frühzeitig die Gewinnung und Schmiedung des Eisens gelernt hatten, blieb die Bronze in der europäisch-asiatischen Völkergruppe lange Zeit das einzig bekannte Metall. Das Gebiet der Bronze erstreckte sich von China bis zum atlantischen Ocean und umschloß in Afrika Aegypten, Lybien und Mauretanien.

Viele Umstände deuten darauf hin, daß wir mit großer Wahrscheinlichkeit das erzreiche weite Ländergebiet zwischen Ural und Altai für eine der Ursprungsgegenden ansehen müssen, von welchen aus die Metallurgie und die Metalltechnik ihren Ausgang genommen. Und wie man ehedem die Wanderung der Indo-Europäer nach Westen als jenes Moment ansah, welches die Verbreitung der Bronze über unseren Erdtheil vermittelte, so läßt man gegenwärtig mit zweifellos besseren Gründen turanische Völker, deren Ursitze in jenem asiatischen Länderraume lagen, als Verbreiter der Metallkunde auf ihren nach Süden gerichteten Zügen gelten. Ein turanischer Stamm, die Akkadier, erschien lang vor der Blüthe der chaldäischen Cultur, aus Hochasien herabziehend, mitten unter der schwarzen feldbautreibenden Bevölkerung der unteren Euphratlandschaft. Aus dem Gegensatze zwischen krieg-

rischen Nomaden und friedliebenden Ackerbauern entwickelt sich hier die älteste Cultur Vorderasiens, denn wo dieser schroffe Gegensatz zum Austrage kommt, zeitigt er oft die besten Früchte. Die erobernden Hirtenstämme bringen das Element einer strammen staatlichen Organisation mit sich, welches der friedfertigen ansässigen Bevölkerung bisher gefehlt hatte, und diese schaffen durch ihre Kunst, ihre höhere Cultur dem Staate ihrer Beherrscher eine höhere moralische und materielle Grundlage. Jene Nomaden aus Hochasien haben wahrscheinlich das Roß zuerst nach Mesopotamien gebracht, von wo aus es als werthvolles Geschenk an ägyptische Fürsten und auf andere Weise als Handels- und Tauschobject nach dem Nillande, nach Arabien und ferneren Gegenden kam, um dort eine ganz andere, höhere Würdigung und Behandlung zu erfahren, als im heimatlichen Steppengebiete.



Alteuropäische Beilklingen aus Bronze. $^1/_4$ n. Gr. Zu Seite 346.

Wahrscheinlich ist auf diesem Wege auch das erste Metall, und zwar das Kupfer, zu den Völkern Vorderasiens und Nordafrikas gelangt. Die Erfindung der Bronze dürfte aber aller Wahrscheinlichkeit nach erst der seßhaften Bevölkerung gelungen sein. Sicherlich hatten auch jene Völker ein Steinzeitalter, und wenn wir zunächst Babylonien ins Auge fassen, so finden wir dort uralte Gräber, in welchen Steinwaffen neben Objecten aus Gold und Bronze auftreten. Auch das Eisen wurde dort schon früh gekannt, aber Anfangs war es so selten und demnach auch so hoch im Werthe, daß es nur zur Herstellung von Schmucksachen Verwendung fand.

In den Kupferminen, welche die Aegypter auf der Sinaihalbinsel betrieben, standen Steinwerkzeuge fast ausschließlich in Verwendung, trotzdem die Bronze schon bekannt war. Denn die Kupfergruben brachten den Hauptbestandtheil der Bronze in die Schmelzwerkstätten des Nilthales, während das Zinn nicht an Ort und Stelle gefördert, sondern nur im Handelswege bezogen werden konnte. Woher es beschafft wurde, läßt sich jedoch heute nicht mehr mit Sicherheit feststellen.

»Mars gebe cum Venere einen tugendhaften Vitriol«, so heißt dies nichts Anderes als daß die Vitriole des Eisens und Kupfers (schwefelsaures Eisen, beziehungsweise Kupfer) gemeinsam zu krystallisiren vermögen.....

Haben wir uns nun mit der Archäologie der Metalle beschäftigt, so ist es wohl auch von Interesse zu sehen, welche Rolle Jene im Alterthume spielten welche mit den Metallen umzugehen, sie zu gewinnen und zu bearbeiten wußten Begreiflicherweise war ursprünglich die Metallgewinnung und Verarbeitung in einer Hand vereint. Einerseits war ja die Production eine verschwindend kleine andererseits aber die Kunst, die Metalle nach ihrer verschiedenen Eigenschaft zu behandeln, eine in der Regel geheim gehaltene. Auf diese Verhältnisse haben wir schon kurz hin gewiesen. Von besonderem Interesse ist es aber, wenn wir verfolgen, welche Bedeutung dem Handwerke des Schmiedes — einerlei ob er nur Kupfer oder Bronze oder Eisen zu meistern wußte — beigelegt wurde, und welche Rolle die poetische Gestalt unseres guten deutschen Hammerschmiedes, der noch heute, mit dem Lederschurz angethan, an der rauchenden Esse den Hammer mit sehnigem Arme schwingt, und der der Vorläufer unserer großen Hüttenwerke und metalltechnischen Etablissements gewesen, im Alterthume spielte. Es ist ja bekannt, daß die deutsche Heldensage der Schmiede, welche die kunstvollen, unbezwinglichen Schwerter lieferten, nicht vergaß und ihre Namen aufbewahrte.

Wie Hoernes mit schwungvollen Worten in seiner »Urgeschichte« schildert besaß schon bei den indogermanischen Völkern das Schmiedehandwerk seine Heroen. Wie im alten Testamente Tubalkain als erster Meister in allerlei Erz- und Eisenarbeit erscheint, so finden wir in Rigveda Tvasthtâ, der dem blutigen Indra den Donnerkeil schmiedet, bei den Griechen Hephaistos, den kunstreichen Bildner von allerlei Gewaffen, die mit kunstvoller Arbeit versehen waren, und bei den Römern Vulcanus, dessen Schmiede den Vesuv als Esse benützten. Aus der Verschiedenheit der Worte, mittelst welcher die indogermanischen Sprachstämme den Schmied bezeichnen, scheint sich zu ergeben, daß sie vor ihrer Trennung denselben sowie dessen Handwerk nicht gekannt haben. Diese Worte werden entweder von Metallnamen oder vom Verbalbegriff des Hämmerns, des Zuschlagens oder endlich vom Substantivbegriff des Kunstarbeiters abgeleitet. Im Albanesischen, Neugriechischen und Spanischen geht der Name für »Schmied« auf den Begriff des Zigeuners zurück, welcher im Orient und Occident häufig das Gewerbe des Kaltschmiedes ausgeübt hat und zum Theile noch ausübt. Auch die Werkzeuge des Schmiedes führen in den Sprachen indogermanischen Ursprunges verschiedene Namen; doch zeigt die Häufigkeit solcher Benennungen welche aus dem altindogermanischen Worte für Stein hervorgehen — darunter auch das althochdeutsche »hamar«, unserem »Hammer« entsprechend — daß die Werkzeuge des Schmiedes ursprünglich aus Stein verfertigt waren.

Die Griechen kannten Hephaistos als den Gott des Feuers und der Schmiedekunst, und um den Gegensatz zu dem herumzigeunernden Kaltschmiede zum Aus-

drucke zu bringen, dachten sie sich ihn hinkend, also an seine Werkstätte gebunden. Dem nomadisirenden oder zum Nomadenthume hinneigenden Urmenschen erschien der in seiner Bewegungsfreiheit durch seinen Beruf gehemmte seßhafte Handwerker als Krüppel. Und eine bis in spätere Zeit erhalten gebliebene Folge dieser Vorstellung ist es nur, wenn nach dem Mythos Hephaistos durch einen von Zeus verursachten Sturz aus dem Olymp erlahmt, und wenn nach der germanischen Sage ein nomadischer König dem Schmiede Wieland die Sehnen an den Beinen durchschneidet. Wenn sich aber dann Wieland, gleich dem hellenischen Ikarus auf selbstverfertigten Flügeln in die Lüfte erhebt, um seiner drückenden Knechtschaft zu entrinnen, so haben wir darin nur die Ueberlegenheit der Kenntnisse des Schmiedes und seiner Kunst zu erblicken; es ist eine »Befreiung, wie sie uns Allen zu Theil wird, wenn wir uns auf Flügeln des Geistes aus dem Kerker emporschwingen, in welchen uns die Cultur unserer Zeit eingeschlossen hat«.

Fremdartige, mit übernatürlichen Kräften begabte Wesen sind es, welche sowohl nach der nordisch-germanischen, als auch nach der classisch-antiken Sage das Schmiedehandwerk erfanden oder mit besonderer Kunstfertigkeit ausübten: im Norden Zwerge und Berggeister, die natürlichen Hüter unterirdischer Metallschätze, im Süden — nach einer vornehmlich an Orten mit vulcanischer Thätigkeit haftenden Sage — Riesen, die Kyklopen, welche Zeus den Donnerkeil schmieden, oder aber räthselhafte sich mit der Verarbeitung der Metalle befassende Dämonen, wie die Daktylen, Telchinen, Kabiren, Korybanten, welche auf der Inselbrücke zwischen Vorderasien und Griechenland zu Hause sind.

Dem Urmenschen schien es nicht ohne Zauberei möglich, wenn er sah, wie das harte, kalte Metall im Feuer so ganz seine Natur verlor, und weich, ja selbst flüssig wurde. Dazu kam noch die in der Regel verschlossene, in sich gekehrte Natur des Schmiedes, der einem anderen, fortgezogenen Volksstamme angehörte andere Götter kannte und durch sein Handwerk, wie wir schon früher geschildert haben, an die Scholle gebunden war. Unter solchen Umständen darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn wir auch bei den indogermanischen Völkerstämmen der gleichen abergläubischen Scheu vor dem Schmiede begegnen, welche wir bei den in der Wüste und im Gebirge lebenden nordafrikanischen Stämmen kennen lernten. In Irland verwahrt sich St. Patrik durch Anrufung von allerlei Tugenden gegen die »Zaubersprüche von Weibern, Schmieden und Druiden«, und in russischen Volkserzählungen sind wieder heilige Männer, wie Demian und Kuzma geschickte Aerzte, zauberkundige Schmiede und Schlangentödter.

In alter Zeit bestand die Hauptaufgabe des Mannes darin, sich als Held dem Feinde gegenüber zu bethätigen, und als solcher bedurfte er einer Waffe, eines Schwertes. War dasselbe dann in der Hand Jenes, der es schwang, siegreich gewesen, so übertrug sich wohl ein Theil des Nimbus des Helden selbst auf die Waffe, die er geführt, und solch siegreiches Gewaffen konnte natürlich nur unter Beihilfe von Zauberei verfertigt werden. Bei der Seltenheit des Schwertes in der

ersten Metallzeit ist es überhaupt nicht ausgeschlossen, und bei der Schwierigkeit, in Besitz einer solchen zu kommen, daß jedem solchen Stücke die Idee an eine übernatürliche Entstehung anhaftete. Bei den Scythen wurde ja auch ein vom Himmel gefallenes eisernes Schwert göttlich verehrt, und die Römer besaßen wenigstens einen vom Himmel gefallenen Schild, dessen Besitz die Erhaltung Roms bedingte, und welcher im Cultus der salischen Priester die Hauptrolle spielte. Bemerkenswerth ist auch die auf griechischem wie auf deutschem Boden heimische Vorstellung von in der Verborgenheit arbeitenden Schmiedemeistern, welchen an einer bestimmten Stelle ein rohes Stück Eisen hinterlegt wurde, und welches man dann Tags darauf wieder als fertiges Schwert in Empfang nahm. Dies mahnt an den verschwiegenen, verschlossenen und verdrossenen Verkehr, den die Völker der Urzeit mit ihren scheu gemiedenen Metallarbeitern gepflogen haben mögen. So berichtet Hoernes von den Veddahs auf Ceylon, daß sie ein Stück Fleisch und ein in der Form der gewünschten Waffe geschnittenes Blatt zur Nachtzeit in die Werkstätte des Schmiedes trugen; die fertige Waffe wurde dann ebenfalls des Nachts abgeholt, entsprach sie den Wünschen des Bestellers, so lohnte er die Kunst des Schmiedes noch durch weitere Gaben.

Auch die indogermanischen Völkerstämme glaubten ihre Schmiede im Besitze übernatürlicher Kräfte, und deshalb wurden ihnen vielfach Bosheit und Zauberkünste zur Last gelegt. Wir sehen dies ebenso in der griechischen, wie auch in der nordischen Mythologie zum Ausdrucke kommen: Hephaistos ersinnt in der griechischen Göttergesellschaft allerlei trugvolle Werke, und die grausamsten Ränke gegen seine Widersacher »schmiedet« Wieland, der nordische Schmied. Die höchste Kunst der Schmiede besteht aber darin, beseelte Wesen zu schaffen, wie die goldenen Mägde des Hephaistos oder die nordischen Heldenschwerter, welchen wie lebenden Wesen Eigennamen — Balmung, Mimung &c. — beigelegt wurden. Das hohe Ansehen, welches die Schmiedekunst, namentlich aber die Kunst, Waffen zu schmieden, bei den Germanen genoß, äußerte sich aber auch darin, daß Helden, wie Siegfried, Alboin und Andere, selbst zur Schmiede ziehen und sich ihre Schwerter anfertigen. Und der Vandalenkönig Geiserich erhob einen geschickten Schmied in den Grafenstand, und selbst dort, wo der Schmied ein Unfreier, ein Knecht bleibt, ist auf seine Tödtung eine höhere Buße gesetzt, als auf die eines anderen Handwerkers. So war schon von Alters her die Stellung des Schmiedes, einerlei welches Metall er zu meistern hatte, eine bevorzugte und eine privilegirte, und seine Kunst stand in hohem Ansehen. . . . .

Der Lauf der Jahrhunderte hat auch hier vieles geändert. Wohl ist noch ein Schimmer der alten Zeit an dem Schmiede haften geblieben, der im einsamen Gebirgsdorfe, das stundenweit von der nächsten größeren Ortschaft entfernt ist, seinen Hammer schwingt. Dort ist er aber ein unentbehrlicher Handwerker, der thatsächlich durch seiner Hände Kraft sich seinen Lebensunterhalt erwirbt, der aber keine Schwerter mehr schmiedet, sondern Rädern Radkränze anlegt, Pferde be-

schlägt und mit seinem eigentlichen Berufe jenen des Wagners und Curschmiedes vereint. Schon lange hat er es aufgegeben, selbst das Eisen, dessen er benöthigt, zu erschmelzen, und seinen Bedarf bezieht er vom nächsten Hochofen oder vom nächsten Walzwerke.

Die Schmiede, aus der schon von ferne dem Wanderer der tacktfeste Schlag der von sehnigen Armen geschwungenen Hämmer entgegenschallte, hat ihre einstige Bedeutung verloren, der Dampf hat auch hier brutale Concurrenz gemacht. Und dies nicht nur auf Gebieten, auf welchen die Handarbeit überhaupt nie zum Erfolge führen kann, wie bei der Herstellung unserer modernen großartigen Eisenconstructionen, die in kühnem Schwunge Ströme überspannen und trotz ihrer Zierlichkeit und ihrer gefälligen Formen geeignet sind, die größten Lasten zu tragen. Auch dort, wo ursprünglich nur das Handwerk zur Geltung kam, hat der Dampf dem Schmiede den Hammer entwunden. So manche dereinst blühende Nagelschmiede ist heute verfallen oder sie dient anderen Zwecken, die Sensen und Sicheln, Schaufeln und Spaten, sie werden fabriksmäßig hergestellt, und die durch den Dampf getriebenen Maschinen arbeiten nicht nur rascher und billiger, sondern auch gleichmäßiger und — besser, als es des Menschen Hand je vermocht.....



Hammerschmiede. Zu Seite 353.

So hat trotz des gewaltigen Aufschwunges, welchen die Bearbeitung und Verwendung der Metalle in der letzten Zeit, etwa in diesem Jahrhunderte, erfuhr, die ehrsame Kunst des Schmiedes direct davon keinen dauernden Nutzen gezogen.

Fabriken, die oft kleine Städte bilden, mit gewaltigen Dampfschloten, haben seine Aufgabe an sich genommen, sie arbeiten mit den sinnreichsten Maschinen und erzeugen in einer Woche oft mehr, als hundert fleißige Schmiede in einem Jahre. Die Poesie der im Waldesgrün versteckten Schmiede mußte dem Riesen Dampf weichen, und wenn heute noch der Dorfschmied ein geachtetes und angesehenes Mitglied der Gemeinde ist, gefürchtet ist er nimmermehr. Sic transit ....

So anziehend auch solche Betrachtungen sind, so verlockend es erscheint, sich einzuspinnen in den Glanz und die Herrlichkeit vergangener Tage, als noch das ehrsame Handwerk und die Zunft in höchster Blüthe stand, so mahnt uns doch das Moderne, das unsere Tage beherrschende Princip, nicht allzulange bei den Gebeinen der Todten zu verweilen. Wenden wir uns nun den Metallen zu, wie sie sich heute uns darstellen, wie sie derzeit gewonnen und verarbeitet werden, und sehen wir zu, welche Stellung ihnen heute als Culturmittel zukommt.

War ursprünglich nur das Kupfer den Menschen bekannt, lernten diese erst nach und nach, es durch Vermählung mit dem weißen Zinn zu härten und tauglicher zu gestalten, trat dann nach und nach das Eisen auf und verdrängte dasselbe allmählich seine beiden Vorgänger, kam gleichzeitig oder später Gold und Silber zur Kenntniß der Menschen und erregten sie deren unersättlichen Hunger nach ihnen im höchsten Maße, so daß immer die Metalle, selbst jene, welche ausschließlich technische Verwendung fanden, höchst begehrenswerthe Artikel bildeten, so leben wir heute in einer glücklicheren Zeit. Die Fortschritte, welche der Bergbau in Folge des gesteigerten Bedürfnisses gemacht, ermöglichen es heute, nicht nur jene Menge des wichtigsten aller Metalle, des Eisens, zu fördern, welche direct consumirt wird, sondern es macht sich auch hier eine Ueberproduction geltend. Neben dem Eisen werden aber auch die anderen Metalle in ausreichender Menge gefördert, und nur die größere oder geringere Häufigkeit ihres Vorkommens bestimmt ihren relativen Werth. Unsere Kenntniß der Metalle blieb aber nicht bei der Vierzahl Gold, Silber, Kupfer und Eisen stehen. Die Reihe der Metalle wurde um manches werthvolle Glied bereichert, und wenn auch zunächst dessen Menge so gering war, daß an eine technische Verwerthung nicht gedacht werden konnte, so lehrte doch bald des Menschen Geist, dasselbe in größerer, ausreichender Menge zu gewinnen, und dann fand sich auch sicher die beste, zweckmäßigste Verwendungsart für dasselbe. In dieser Beziehung hat aber das Hüttenwesen selbst manchen bedeutenden Fortschritt gebracht. Ganz abgesehen davon, daß die Verfahren der Ausbringung der Metalle aus ihren Erzen wesentlich verbessert wurden, so daß heute die Ausbeute eine ungleich höhere ist als vor hundert Jahren, so wurde auch manche neue Arbeitsweise ersonnen, welche es gestattet, ursprünglich als vollkommen werthlos angesehene Erze nun mit Erfolg zu verhütten.

Eine ganz gewaltige Förderung erhielt aber die Metallurgie und einen Helfershelfer von ungeahnter Macht mit dem Momente, als es gelang, die Elektricität, dieses Spielzeug vor hundert Jahren, in einfacher Weise im Großen zu erzeugen

und ihre scheidende Kraft auch auf Metalle zur Anwendung zu bringen. Wir erinnern hier nur an das Aluminium, das in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Thonerde einen der Hauptbestandtheile der Erdkruste bildet. Kurz nach seiner Entdeckung, welche durch Wöhler im Jahre 1827 erfolgte, war es nur mit großer Mühe und noch größeren Kosten möglich, geringe Mengen dieses bestechenden Metalles herzustellen, der Werth desselben übertraf damals jenen des Goldes um das Mehrfache. Und der erste Gegenstand, welcher aus Aluminium verfertigt wurde, als Deville schon eine verbesserte Methode der Darstellung aufgefunden hatte, war ein Spielzeug für ein Königskind, eine Schelle für den Sohn Napoleons III., der die Versuche durch Gewährung der Mittel ermöglichte. Wohl wurden nachher die Darstellungsmethoden verbessert, das Aluminium blieb aber trotzdem ein kostbarer Körper, und es erregte das Staunen der Welt, als Napoleon seine Leibgarde mit Kürassen aus Aluminium ausrüstete. Man erkannte wohl, welch enorme Bedeutung dieses leichte und widerstandsfähige Metall gewinnen würde, wenn es gelänge, dasselbe billig und in großen Mengen herzustellen, da dies aber nicht möglich war, mußte das Aluminium seinen Dornröschenschlaf weiterschlafen. Der Prinz aber, welcher es wachgeküßt, war die Elektricität, und heute wird das Aluminium billig aus dem nahezu werthlosen Rohmateriale gewonnen. Wenn es trotzdem nicht jene Anwendung in der Technik fand, welche man ihm seinerzeit prophezeit hatte, so liegt dies nunmehr durchaus nicht in der Art seiner Gewinnung, sondern nur in dem



Sensenschmiede. Zu Seite 353.

Umstande, daß es doch nicht, vermöge gewisser Eigenschaften, alle jene Hoffnungen erfüllte, welche man von ihm erwartet ...

Die Anwendung der Elektricität in der Metallurgie ist aber eine noch junge Wissenschaft, und es ist nicht nur vorauszusehen, sondern geradezu zu erwarten, daß wir ihr noch manche gewaltige Umwälzung in der Gewinnung der Metalle werden zu verdanken haben.

Waren den alten Völkern das Kupfer und die Bronze die werthvollsten Metalle, da sie keine anderen kannten, so ist jenes Metall, welches heute die größte Bedeutung besitzt, unstreitig das Eisen. Dem Jahrhunderte, das zur Neige geht, hat es seinen Stempel aufgedrückt. Wir können es das Jahrhundert des Dampfes, des Verkehres nennen und prophetisch dem kommenden den Namen des Jahrhundertes der Elektricität zuverleihen, am besten werden wir das XIX. Säculum aber doch als das »eiserne Jahrhundert« bezeichnen, denn das Eisen hat ihm sein Gepräge verliehen, das Eisen hat, nachdem man gelernt, es zu behandeln und ihm die verschiedensten Eigenschaften zu ertheilen, all die culturellen Fortschritte, unser Verkehrswesen und unseren Maschinenbau ermöglicht, und es ist somit nur recht und billig, wenn wir zunächst die Gewinnung der Eisenerze sowie die Verhüttung derselben und die weitere Verarbeitung des Roheisens in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen.

Das Eisen ist ein in der Natur sehr weit verbreitetes Element, dessen Verbindungen sich nicht nur in hohem Maße an dem Aufbaue der Erdkruste betheiligen, sondern welches auch in allen organisirten Gebilden enthalten ist. Ja, wir können den Satz: Ohne Eisen wäre unsere heutige Cultur unmöglich, auch mit Fug und Recht dahin erweitern, daß wir sagen: ohne Eisen könnte auch kein lebendes Wesen bestehen. In der Asche jeder Pflanze läßt sich Eisen nachweisen, welches sie mit ihren Wurzeln dem Boden, der an allen Stellen der Erde einen ausreichenden natürlichen Vorrath dieses Elementes besitzt, entzieht, und durch den Genuß der Pflanzen gelangt das Eisen dann ferner in den Körper der Thiere und Menschen, an dessen Aufbau es ebenfalls theilnimmt. Entzieht man einer Pflanze durch Züchtung in geeigneten Nährflüssigkeiten das Eisen, so ist dieselbe bald nicht mehr im Stande, das Blattgrün, das Chlorophyll, zu bilden, und ohne dieses vermag sie andererseits wieder nicht aus der Kohlensäure der Luft und den Elementen des Wassers organische Stoffe — Stärke, Zucker 2c. — aufzubauen, sie muß verhungern. Im Körper des Menschen und der Thiere wieder bildet das Eisen einen wichtigen Bestandtheil des Blutes, und sinkt der Gehalt des Eisens im Blute unter eine gewisse Grenze, so treten häufig krankhafte Erscheinungen, Bleichsucht, auf, welche in der Regel durch Verabreichung geeigneter eisenhaltiger Präparate behoben werden können. Ferner ist Eisen auch in den Knochen enthalten, der Körper eines erwachsenen Menschen enthält ungefähr 5 Gr. Eisen, also eine relativ geringe Menge, welche jedoch unerläßlich ist, soll der Organismus in normaler Weise functioniren.

Außerdem tritt das Eisen auch im gelösten Zustande auf. Stets läßt es sich im Meerwasser nachweisen, mit jedem Trunk Wasser, welchen wir zu uns nehmen, führen wir Eisen in den Körper ein, und bekannt ist es ja, daß an vielen Stellen der Erde eisenreiche Quellen, sogenannte Stahlwässer und Eisensäuerlinge, hervorbrechen.

Lange Zeit war die Frage unentschieden, ob das Eisen auf, beziehungsweise in der Erde nur in Form von Verbindungen desselben mit anderen Elementen — Sauerstoff, Schwefel u. s. f. — auftritt, oder ob es auch im gediegenen Zustande vorkommt. Daß das letztere auch der Fall ist, haben wir schon an einer früheren Stelle mitgetheilt (siehe S. 98), wir führten dort auch an, daß diese Funde von gediegenem Eisen, welche unzweifelhaft durch vulcanische Thätigkeit aus dem Erdinnern auf die Oberfläche geschafft wurden, als Bestätigung jener Theorie angesehen werden können, welche annimmt, daß das Erdinnere, der Erdkern, aus den schweren Metallen in gediegenem Zustande besteht.

Weitaus häufiger stammt das Eisen, welches an verschiedenen Orten der Erdoberfläche in gediegenem Zustande gefunden wurde, jedoch nicht aus dem Innern der Erde, sondern dasselbe fiel aus dem Weltenraume auf die Erde herab. Freilich besitzt für den Hüttenmann dieses Vorkommen keine Bedeutung, und er bleibt nach wie vor auf die Gewinnung und Verarbeitung der eigentlichen Eisenerze angewiesen, desto größeres Interesse hat es dagegen für den Naturforscher. Es findet sich in kleinen Körnern in dem platinführenden Sande Sibiriens und außerdem als zusammenhängende Masse in dem Gebirge eingeschlossen zu Canada in Nordamerika. Noch interessanter ist jedoch das Vorkommen von Eisen in Massen, von deren Ursprung wir uns keine Rechenschaft geben können, welche verhältnißmäßig selten gefunden werden, und von denen wir nur wissen, daß sie aus dem Weltall auf unsere Erde geschleudert wurden. Gewöhnlich besitzen diese Massen nur ein geringes Gewicht, und bisher wurden nur wenige Blöcke gefunden, welche mehr als 50 Kgr. wiegen. Im Jahre 1870 fand man aber zu Ovifak an der grönländischen Küste neben einer Menge kleiner Bruchstücke fünfzehn größere und kleinere Steine im Gewichte von 3—25.000 Kgr. Dieses enorme Gewicht besaß der größte dieser Steine, welcher eine oval gerundete Form zeigte, die beiden größten Durchmesser betrugen 2 und 1·7 Meter. Ein zweiter, kleinerer Stein mit 1·3 und 1·27 Meter Durchmesser wog 10.000 Kgr., ein dritter 4500 Kgr.

Diese Eisenmassen, welche man als Meteoreisen bezeichnet, enthalten als steten Gemengtheil Nickel, und an dem Vorhandensein dieses Metalles kann die Echtheit eines Meteoriten mit Bestimmtheit erkannt werden. Nur an zwei Punkten der Erde konnten bisher gediegene Eisenmassen gefunden werden, welche sich unzweifelhaft ebenfalls als Meteoriten erwiesen, jedoch kein Nickel enthielten; es ist dies das Eisen von Scriba und jenes von Alabama in Walter County, alle übrigen Meteoreisen enthalten Nickel, und zwar in sehr wechselnder Menge, dieselbe schwankt von einigen Zehntel Procenten bis 25 Procent und darüber.

Das Meteoreisen zeigt ein ganz eigenthümliches Verhalten. Polirt man nämlich eine Fläche desselben und wird sie mit Salpetersäure übergossen, so erscheinen eigenthümliche Zeichnungen, die Widmanstätten'schen Figuren. Diese kommen in der Weise zu Stande, daß Verbindungen des Eisens mit Nickel und zum Theil auch mit Phosphor im krystallinischen Zustande in der übrigen Masse des Eisens eingelagert sind. Während nun letzteres von der Salpetersäure angegriffen, aufgelöst wird, werden diese Verbindungen nicht, oder doch nur langsamer zersetzt, so daß sie nahezu intact bleiben und dann die eigenthümlichen Zeichnungen veranlassen.



Widmanstätten'sche Figuren. Zu Seite 358.

Ein in dieser Weise behandeltes Stück eines Meteoriten kann gleich einer gestochenen Platte zum Abdrucke verwendet werden.

Gewöhnlich findet sich das Eisen in Verbindung mit Sauerstoff und Schwefel, als Eisenerze pflegt man aber in der Regel nur jene Verbindungen des Eisens zu bezeichnen, welche das Metall in größerer Menge und in solchem Zustande enthalten, daß es daraus mit Vortheil gewonnen werden kann. So ist der reichlich vorkommende Schwefelkies kein eigentliches Eisenerz, da der Schwefel nur schwierig vollständig abgeschieden werden kann, und selbst kleine Mengen desselben die Eigenschaften des Eisens höchst nachtheilig verändern, es wird brüchig. Dasselbe gilt vom Arsenkies, eine Verbindung von Eisen mit Arsen und Schwefel, und von anderen ähnlichen eisenreichen Mineralien. Die verschiedenen Eisenerze sind oder enthalten Oxyde, das sind Sauerstoffverbindungen des Eisens in mehr oder minder reinem Zustande,

und ihr Werth hängt nicht nur von dem Gehalte an Eisen, sondern auch besonders von der Natur der Beimischungen ab.

Das reichste Eisenerz, welches sich findet, ist der Magneteisenstein oder Magnetit, Eisenoxydoxyd; er kommt krystallisirt, krystallinisch, derb und auch sandförmig vor. Bei der Verhüttung dieses Minerales wird ein vorzügliches Eisen und ausgezeichneter Stahl erhalten, doch ist es schwer reducirbar, was eine Folge seiner großen Dichte ist.

Magnetit findet sich oft in mächtigen Lagern, besonders in den Eruptivgesteinen und den älteren krystallinischen Schiefern, seltener in jüngeren Schichten. Seine bedeutendsten Fundstätten sind Arendal, Dannemora und andere Orte in Norwegen, Schweden und Lappland, sowie Elba, der Ural und verschiedene Plätze im Norden der Vereinigten Staaten, in Canada u. s. f. In Deutschland findet er sich in größerer Menge bei Schmiedeberg in Schlesien, am Niederrhein und in der Eifel u. s. f. vor, in England wird er in Cornwall, Devonshire und Yorkshire gefördert.

Am Magneteisenerze wurde zuerst der Magnetismus beobachtet. Plinius erzählt, die Entdeckung des Magnetes sei auf dem Berge Ida durch einen Hirten Magnes erfolgt, indem die eisenbeschlagene Spitze seines Stockes plötzlich am Boden festgehalten wurde. In späterer Zeit waren Stücke Magneteisenstein, gewöhnlich in hölzerne Kästchen eingeschlossen, sehr gesucht, seiner wunderbaren Kraft wegen stand der Stein in hohem Ansehen, diente aber nur als Spielerei und Niemand ahnte noch, welchen Werth dereinst diese geheimnißvolle Kraft für die Menschheit erlangen werde, indem sie derselben auf hoher See ein untrüglicher Wegweiser ward.

Ein anderes, ebenfalls sehr werthvolles Eisenerz ist der Rotheisenstein, Eisenoxyd. Dieser kommt krystallisirt als Eisenglanz und Eisenglimmer vor, oder in strahligen, oft traubenförmige oder nierenförmige Aggregate bildenden Massen, welche man »rother Glaskopf« nennt, und endlich in derbem oder erdigem Zustande. Das reine Erz liefert ein Roheisen, welches sich vorzüglich für die Darstellung von Schmiedeeisen und Stahl eignet. In den krystallinischen und sedimentären Formationen ist das Rotheisenerz weit verbreitet, wo es in Gängen, Stöcken und Lagern auftritt. Sein ausgezeichnetstes Vorkommen ist auf der Insel Elba, es findet sich da prachtvoll krystallisirt, zwischen Talkschiefer und krystallinischem Kalksteine; die Gruben Elbas, welche schon von den Etruskern ausgebeutet wurden, sind heute noch in Betrieb.

Die anderen Abarten dieses Erzes finden sich vornehmlich in Kalkstein und Grünstein. Die Kohlenkalkformation von Nord-Lancashire und Cumberland versorgt alle Eisendistricte Englands mit diesem Erz, welches auch in Belgien reichlich vorkommt. In Westfalen und an der Lahn finden sich Lager des Erzes in der devonischen Schieferformation, und diese Erze spielen in Deutschland eine ähnliche Rolle, wie jene des Kohlenkalkes in England. In großen Massen kommt der Rotheisenstein ferner noch am Lake Superior und am Missouri vor.

Brauneisenerz besteht aus Eisenhydroxyd, häufig werden jedoch mit diesem Namen sehr verschiedene Erze bezeichnet. Die reinste Art ist dunkelbraun, feinfaserig, und tritt gewöhnlich in traubenförmigen, nierenähnlichen oder stalaktitischen Gebilden auf und wird »brauner Glaskopf« genannt. Gewöhnlich aber findet sich das Erz in gelbbraunen, erdigen Massen als Brauneisenstein oder Limonit.

Die Brauneisenerze, welche im Allgemeinen leicht zu verschmelzen sind und gutes Gußeisen liefern, sind sehr verbreitet und kommen theils in besonderen Lagerstätten, theils mit anderen Eisenerzen zusammen vor, aus welchen sie durch die Wirkung der atmosphärischen Einflüsse entstanden sind. Der braune Glaskopf findet sich in den devonischen und anderen älteren Schichten, die erdigen Erze in den jüngeren Formationen; sie besitzen oft eine hellere Farbe und einen höheren Wassergehalt, dann werden sie Gelbeisenstein genannt.

Das Brauneisenerz enthält gewöhnlich Kieselerde und Thon; herrscht der letztere vor, so spricht man von thonigem Brauneisenstein oder Thoneisenstein; diese Bezeichnung ist jedoch aus dem Grunde ungeeignet, da sie eigentlich dem thonigen Spatheisenstein zukommt.

Das Raseneisenerz, das in der norddeutschen Ebene, in Canada und anderen Tiefländern gefunden wird, sowie das schwedische Seeerz, welches aus den dortigen Landseen aufgefischt wird, gehören ebenfalls zu dieser Gruppe und sind Gebilde der jüngsten geologischen Formation.

Ein sehr wichtiges Eisenerz ist ferner der Spatheisenstein, welcher aus Eisencarbonat, kohlensaurem Eisen, besteht. Er besitzt eine gelblichgraue bis braune Farbe, und findet sich häufig in kugeligen oder nierenförmigen Massen mit faseriger Structur. Vorzugsweise kommt er in der devonischen Formation vor; der berühmteste Fundort ist der Erzberg in Steiermark, welcher jährlich eine große Menge Erz liefert, welches zur Darstellung des berühmten steirischen Stahles dient. Ferner findet sich Spatheisenstein in großen Mengen in Kärnten sowie in der Nähe von Siegen, wo der Stahlberg bei Müsen besonders bekannt ist, und kommt auch an verschiedenen Orten Englands und anderer Länder vor.

Der Thoneisenstein ist ein derber oder erdiger Eisenspath, welcher durch Thon, Mergel oder Sand verunreinigt ist. Er ist ein wichtiges Material zur Gewinnung von Roheisen, da er in großen Mengen in der Steinkohlenformation und auch mit Braunkohle zusammen vorkommt; durch kohlige Beimischungen ist er in der Regel mehr oder minder dunkel gefärbt. Enthält er mehr als 10 Procent Kohle, so nennt man ihn Kohleneisenstein (»black band«) welcher in Schichten mit Steinkohle vorkommt, und dessen Werth erst in der letzteren Zeit richtig erkannt wurde, wie in Schottland, dessen ausgedehnte Eisenindustrie auf dem Vorkommen der Kohleneisensteine beruht, die auch jetzt in Süd-Wales, Westfalen u. s. w. ausgebeutet werden.

Mit dieser Aufzählung haben wir jedoch die Reihe der Eisenerze noch lange nicht erschöpft. Außer den genannten giebt es eine große Anzahl von Varietäten,

welche alle ebenfalls eine größere oder geringere Bedeutung für die Technik besitzen. Die genannten Mineralien bilden jedoch die wichtigsten Repräsentanten der großen Gruppe der Eisenerze, und es möge das Gesagte hierüber genügen.

Die Eisenerze entstanden aller Wahrscheinlichkeit nach in der gleichen Weise wie die anderen Erze, sie stiegen in Gängen und natürlichen Spalten aus dem Innern der Erde auf, erstarrten in diesen und füllten sie an. Neben dieser Entstehung spielte jedoch jedenfalls auch eine andere Art eine bedeutende Rolle, welche sich noch heute vor unseren Augen vollzieht und die Bildung der Raseneisenerze, Sumpf-, Wiesen- oder Morasterze bewirkt. Diese Erze entstehen in der Weise, daß sich zunächst durch die Verwesung oder Vermoderung der Pflanzen lösliche organische Säuren bilden, welche im Vereine mit der im Wasser gelösten Kohlensäure das Eisen der Gesteine auflösen. An anderen Stellen wird dann aus dieser Lösung das Eisen wieder niedergeschlagen, indem unter der Einwirkung des Luftsauerstoffes das zunächst entstehende lösliche organisch-saure Eisenoxydulsalz in unlösliches basisches Eisenoxydsalz übergeht. Hat nun auf solche Ablagerungen Hitze eingewirkt, so werden ihre organischen Bestandtheile zerstört und das Eisenoxyd zum Theile reducirt, und so können Magnet- und Rotheisensteine entstehen. Ferner können Braun- und Spatheisensteine sich auch durch Verwitterung von Schwefelkies bilden.

Die Lagerung der Eisenerze ist höchst verschieden, so daß es wohl nicht möglich ist, auch nur die wichtigsten derselben ausführlicher zu schildern. Wir müssen uns darauf beschränken, einzelne Typen herauszugreifen und näher zu beschreiben.

Die einfachste Art des Auftretens von Eisenerzlagerstätten bilden die Erzflötze, in welcher Form der Lagerung sowohl Braun- und Rotheisensteine als auch Eisenspath vorkommt, der letztere dann gewöhnlich als Thoneisenstein. Solche Flötze kommen in allen Formationen vor und sind daher in nahezu allen Ländern anzutreffen; häufig lösen sich die Thoneisensteinflötze in einzelne kuchen- oder linsenförmige Nieren auf, welche »Sphärosiderite« genannt werden.

L a g e r von Eisenerzen sind in der Regel von größerer Ausdehnung und bilden dann ein reiches Feld für die Gewinnung derselben. Ein solcher Zug bedeutender Spatheisensteinlager findet sich in Kärnten in der Umgebung von Friesach und Hüttenberg, und in den Nordostalpen enthält die Silurformation ebenfalls ausgedehnte Lager dieses wichtigen Minerales, welche einen ungefähr 40 Meilen langen, allerdings vielfach unterbrochenen Zug zwischen Reichenau, Eisenerz und Schwaz bilden. Der wichtigste Punkt desselben ist der bei Eisenerz gelegene Erzberg, dessen frei zu Tage tretendes Hauptlager eine Mächtigkeit von durchschnittlich 60 Metern, an einzelnen Stellen sogar von 125 Metern besitzt. Ebenfalls in Lagern finden sich auch die Eisenerze auf Elba; am Ostgestade der Insel treten vier stockförmige Erzlager zu Tage, welche der Hauptsache nach aus Eisenglanz und dichtem Rotheisensteine, neben Braun- und Magneteisenstein, bestehen. Wie

Aristoteles berichtet, soll in Elba ursprünglich Kupfer gewonnen worden sein; erst als die Kupferlager abgebaut waren, wendete man sich der Gewinnung des Eisenerzes zu. Schon im hohen Alterthume genossen diese Erzlager ihres Reichthumes wegen einen hohen Ruf, und Virgil pries dieselben als unerschöpflich. Und in der That ist der Reichthum Elbas an Eisenerzen ein sehr großer, denn nach einer niedrig gegriffenen Schätzung G. v. Rath's repräsentiren dieselben die kolossale Menge von 63·3 Millionen Tonnen, die Tonne zu tausend Kilogramm.

So gewaltig dieses Erzvorkommen auch ist, so schrumpft es doch nur zu einem kleinen Häufchen zusammen, wenn wir es mit den Lagern von Eisenerzen in Schweden vergleichen. Nach menschlicher Voraussicht können die Erzvorräthe Schwedens wohl als unerschöpflich betrachtet werden, und es wird sogar behauptet, daß der eine Berg Gellivara in Norbotten, dessen Erzlager bei einer Ausdehnung von 6 Kilometern eine Mächtigkeit von 31—32 Metern erreicht, genügen würde, um den Bedarf der gesammten Bevölkerung der Erde an Eisen nicht nur auf Jahrhunderte, sondern sogar auf Jahrtausende zu decken.

Auch Nordamerika verfügt über reiche Eisenerzlager, deren größtes und bedeutendstes wohl jenes ist, welches sich weit im Westen, in den Staaten Michigan und Wisconsin am Südufer des Oberen Sees befindet.

Als besonderer Typus des Vorkommens von Eisenerzen treten uns die gewaltigen Erzberge im Ural und in Nordamerika, die sogenannten Eisenberge entgegen, welche vulcanischen Ursprunges sind. Alle Eruptivgesteine enthalten nämlich Einschlüsse von Magnetit und Titaneisen, und in manchen Fällen steigert sich die Menge derselben in solchem Maße, daß das Gestein magnetisch ist und als werthvolles Eisenerz verwendet werden kann. So besteht der Taber bei Jönköping in Schweden aus Eruptivgestein mit einem durchschnittlichen Eisengehalte von 30 Procent, er bildet einen schroffen Felsrücken von nicht ganz 3000 Meter Länge, welcher sich mehr als 100 Meter über den ihn umgebenden Gneis erhebt.

Aehnliche, aber noch weit großartigere Eisenberge dieser Art finden sich im Ural, die bekanntesten sind die Wissokaja Gora in der Nähe des berühmten Bergortes Nishnij Tagilsk und die Gora Blagodat (der gesegnete Berg) nördlich von Katharinenburg. In Nordamerika ist der bekannteste Eisenberg dieser Art der Iron Mountain südlich von St. Louis im Staate Missouri.

Gangförmige Lagerung ist bei den Eisenerzen selten, obwohl sonst die schweren Metalle sehr häufig in dieser Form aufzutreten pflegen.

Ein weiteres Vorkommen der Eisenerze, als sogenannte Wiesen-, Rasen- oder Seeerze, haben wir schon erwähnt, und auch die Bildung, welche heute noch, und oft so rasch stattfindet, daß die »Ernte« stets innerhalb einiger Decennien wiederholt werden kann, besprochen. Schließlich wäre noch jener Eisenlager zu gedenken, welche in Form von Seifen vorkommen, das heißt durch Zusammenschwemmung älterer, in früheren Formationen gebildeter Eisenerzlager entstanden sind. Die



Der Erzberg bei Eisenerz.

Aristoteles berichtet, soll in Elba ursprünglich Kupfer gewonnen worden sein; erst als die Kupferlager abgebaut waren, wendete man sich der Gewinnung des Eisenerzes zu. Schon im hohen Alterthume genossen diese Erzlager ihres Reichthumes wegen einen hohen Ruf, und Virgil pries dieselben als unerschöpflich. Und in der That ist der Reichthum Elbas an Eisenerzen ein sehr großer, denn nach einer niedrig gegriffenen Schätzung G. v. Rath's repräsentiren dieselben die kolossale Menge von 63·3 Millionen Tonnen, die Tonne zu tausend Kilogramm.

So gewaltig dieses Erzvorkommen auch ist, so schrumpft es doch nur zu einem kleinen Häufchen zusammen, wenn wir es mit den Lagern von Eisenerzen in Schweden vergleichen. Nach menschlicher Voraussicht können die Erzvorräthe Schwedens wohl als unerschöpflich betrachtet werden, und es wird sogar behauptet, daß der eine Berg Gellivara in Norbotten, dessen Erzlager bei einer Ausdehnung von 6 Kilometern eine Mächtigkeit von 31—32 Metern erreicht, genügen würde, um den Bedarf der gesammten Bevölkerung der Erde an Eisen nicht nur auf Jahrhunderte, sondern sogar auf Jahrtausende zu decken.

Auch Nordamerika verfügt über reiche Eisenerzlager, deren größtes und bedeutendstes wohl jenes ist, welches sich weit im Westen, in den Staaten Michigan und Wisconsin am Südufer des Oberen Sees befindet.

Als besonderer Typus des Vorkommens von Eisenerzen treten uns die gewaltigen Erzberge im Ural und in Nordamerika, die sogenannten Eisenberge entgegen, welche vulcanischen Ursprunges sind. Alle Eruptivgesteine enthalten nämlich Einschlüsse von Magnetit und Titaneisen, und in manchen Fällen steigert sich die Menge derselben in solchem Maße, daß das Gestein magnetisch ist und als werthvolles Eisenerz verwendet werden kann. So besteht der Taber bei Jönköping in Schweden aus Eruptivgestein mit einem durchschnittlichen Eisengehalte von 30 Procent, er bildet einen schroffen Felsrücken von nicht ganz 3000 Meter Länge, welcher sich mehr als 100 Meter über den ihn umgebenden Gneis erhebt.

Aehnliche, aber noch weit großartigere Eisenberge dieser Art finden sich im Ural, die bekanntesten sind die Wissokaja Gora in der Nähe des berühmten Bergortes Nishnij Tagilsk und die Gora Blagodat (der gesegnete Berg) nördlich von Katharinenburg. In Nordamerika ist der bekannteste Eisenberg dieser Art der Iron Mountain südlich von St. Louis im Staate Missouri.

Gangförmige Lagerung ist bei den Eisenerzen selten, obwohl sonst die schweren Metalle sehr häufig in dieser Form aufzutreten pflegen.

Ein weiteres Vorkommen der Eisenerze, als sogenannte Wiesen-, Rasen- oder Seeerze, haben wir schon erwähnt, und auch die Bildung, welche heute noch, und oft so rasch stattfindet, daß die »Ernte« stets innerhalb einiger Decennien wiederholt werden kann, besprochen. Schließlich wäre noch jener Eisenlager zu gedenken, welche in Form von Seifen vorkommen, das heißt durch Zusammenschwemmen älterer, in früheren Formationen gebildeter Eisenerzlager entstanden sind. Die



Der Erzberg bei Eisenerz.

Bedeutung derselben ist jedoch in der Regel sehr untergeordnet, und nur die ausgedehnteren und mächtigeren werden abgebaut, wie dies beispielsweise an den Ufern der großen Seen und des Lorenzostromes in Nordamerika der Fall ist.

Die Art und Weise der bergmännischen Gewinnung der Eisenerze hängt natürlich in erster Linie von der Beschaffenheit der Lagerstätte ab. Tonnlägige Lager veranlassen Gangbergbau, söhlige dagegen Flötzbergbau. Besitzen tonnlägige Lager eine bedeutende Mächtigkeit, so wird Strossen- oder Firstenbau angewendet, bei sehr großer Mächtigkeit und gleichmäßiger Vertheilung des Erzes auch Querbau, dagegen wird bei minderer Gleichmäßigkeit Pfeilerbau betrieben. Ist die Mächtigkeit eine geringere, und sind die Erze unregelmäßig vertheilt, so wird ortsmäßiger Bergbau betrieben, und die tauben Mittel bleiben stehen. Kommt das Erz in Nestern vor, so wird ein regelmäßiger Betrieb des Bergwerkes oft nahezu unmöglich. Liegen sie nicht zu tief unter Tage, so werden sie vollkommen aufgedeckt und ausgebeutet, sonst müssen sie durch Stollen und Schächte ausgerichtet werden.

Wie wir aus der vorstehenden Schilderung des Vorkommens und der Lagerung gesehen haben, ist der Fall nicht selten, daß die Erze geradezu gebirgsbildend auftreten. Auf solchen »Erzbergen« wird dann natürlich Tagbau betrieben.

Ein sehr schönes Beispiel für die Gewinnung von Eisenerz durch Tagbau bildet der Abbau des schon erwähnten Erzberges, an dessen Fuße das malerische Städtchen Eisenerz gelegen ist. Derselbe besteht fast ausschließlich aus Spatheisenstein, welcher nur von einer wenig mächtigen Erdschicht überdeckt ist. Man geht dort in der Weise vor, daß 10—13 Meter hohe Stufen von entsprechender Breite ausgearbeitet werden, auf welchen sich die Arbeiter vertheilen. Außerdem werden aber stellenweise auch Stollen getrieben.

Ursprünglich wurde in diesen Stollen auch im Winter gearbeitet, während jetzt nur die schöne Jahreszeit über Erz gewonnen wird. Auf den Stufen laufen Geleise, das Erz wird auf diesen mittelst kleiner Wagen an jene Stellen befördert, von welchen aus es entweder in hölzernen Rinnen nach tiefer liegenden Punkten gestürzt wird, oder es wird mittelst Bremsbergförderung nach den am Fuße des Berges befindlichen Hochöfen geschafft. Ein Theil des Erzes wird auch per Bahn nach Vordernberg und Leoben verfrachtet, um dort verhüttet zu werden.

Die Gewinnung des Erzes selbst geschieht fast ausschließlich durch Sprengung; damit durch die umherfliegenden Gesteinstrümmer die Arbeiter nicht gefährdet werden, muß die Sprengung an allen Stellen gleichzeitig vorgenommen werden.

Von einzelnen hervorragenden Punkten, besonders von der »Barbarakapelle«, läßt sich ein großer Theil dieses in jeder Beziehung hochinteressanten Tagbaues überblicken, man gewahrt das emsige Treiben der Arbeiter, und das Ohr vernimmt ein fortwährendes dumpfes Brausen und Rollen, welches von den

abstürzenden Erzen, den Förderwagen, überhaupt von der Thätigkeit so vieler Menschen herrührt. Plötzlich vernehmen wir den hellen Klang einer Glocke, es ist das Zeichen, daß nun die fertiggestellten Bohrlöcher zu laden sind. Dies erfolgt sehr rasch, und bald verkündet das zweite Ertönen der Glocke, daß nun mit der Entzündung der Sprengladungen begonnen werden kann. Vorher schon haben sich die Arbeiter in die Stollen zurückgezogen, nur je einer vollführt rasch die Zündung der Schüsse seiner Partie und eilt dann ebenfalls in den sicheren Unterschlupf. Nach wenigen Augenblicken schon vernehmen wir einen dumpfen Knall, dem bald ein zweiter und dritter folgt, dann wird aber die Kanonade der hunderte von Sprengschüssen ganz allgemein, dumpfer Donner rollt durch das von hohen Bergen umgebene Thal, und an allen Stellen des Tagbaues sehen wir weiße Wölkchen aufgehen, sehen das Gestein umherschleudern und hören das Abrutschen der gelockerten Massen.

Leider ist dieses wundervolle Schauspiel nur zu bald zu Ende. Die Detonationen werden seltener, es treten bald längere Pausen ein zwischen ihnen, es ertönt nur mehr hier und da ein dumpfer Knall, und endlich ist es wieder still geworden. Nach einiger Zeit treten dann auch die Arbeiter wieder aus ihren Verstecken heraus, sobald sich der »Paßführer«, dem die Aufsicht über die Anlage der Bohrlöcher und somit über die richtige Wirkung der Minen obliegt, überzeugte, daß entweder schon alle Schüsse losgegangen oder jene, welche versagten, nun nicht mehr nachbrennen werden, und beginnen die gesprengten Felsmassen wegzuräumen, »abzureuten«, und gelockerte Partien niederzubringen. . . .

In der Nähe der erwähnten Barbarakapelle, von welcher man einen unvergleichlich schönen Ueberblick über die Tagbaue genießt und auch die Sprengung am besten verfolgen kann, erhebt sich jetzt die berühmte Denksäule, die früher weiter im Süden auf einer Anhöhe stand, die der Kaisertisch genannt wurde. Als diese Stelle zum Abbaue kam, mußte die Denksäule versetzt werden. Sie wurde zur Erinnerung an Kaiser Maximilian, welcher sich an dieser Stelle gerne einzufinden pflegte, wenn er in dem in nächster Nähe befindlichem Hochgebirge sich den Vergnügungen der Jagd hingab, errichtet. Auf der Säule liest man die Klopstock'schen Verse:

> »Hier steh' ich,
> Rund um mich ist Alles Macht!
> Und Wunder Alles!
> Mit tiefer Ehrfurcht schau'
> Ich die Schöpfung an,
> Denn du,
> Namenloser, erschufest sie.«

Und darunter die steinerne Urkunde:

»Als man zählte Nach Christi Geburt 712 hat man diesen Edlen Erzberg zu bauen angefangen.«

Der Gipfel des Erzberges erhebt sich 1534 Meter über den Meeresspiegel, a 780 Meter über Eisenerz. Auf der Höhe steht ein eisernes Christusbild, ches Erzherzog Johann am 27. Mai 1823 hatte aufrichten lassen. Vor diesem uzbilde versammeln sich am Tage Johannes des Täufers die Vordernberger ppen in ihrer historischen Tracht, einem Gebrauche aus alter Zeit folgend. ....

Weder die Eisenerze noch die Erze anderer Metalle sind in dem Zustande, in chem sie gewonnen werden, zur Verhüttung, d. h. zur Darstellung des in ihnen altenen Metalles geeignet. Vorher müssen sie noch einer Sortirung und Sichtung



Ein Trockenpochwerk. (Nach Heuchler.) Zu Seite 365.

terzogen werden, welche einerseits die Trennung der Erze und anderer nutzbarer Mineralien von dem tauben Gesteine, andererseits aber auch die Zerlegung mit nander vorkommender Erze in die einzelnen Arten bezweckt. Dieser Vorgang ird »Aufbereitung« genannt, er bezweckt, die Erze in den für die Verhüttung öthigen Grad von Reinheit zu bringen, was auf verschiedene und stets dem weiligen Erzvorkommen angepaßte Weise geschieht.

Die Aufbereitung beginnt eigentlich schon in der Grube. Der Bergmann ondert dort die Berge von den reinsten Stufenerzen, welche direct zur Verhüttung eeignet sind, und von jenen verwachsenen Erzstücken, welcher der eigentlichen Auf- ereitung bedürfen. Diese werden dann zunächst zerkleinert und gelangen nun auf ie »Scheidebank«. Hier werden sie abermals ausgesucht, wobei Stufenerze, reine Berge und verwaschene Stücke gesondert werden. Letztere werden dann mit den

schon in der Grube abgesonderten kleinen Stücken der nassen Aufbereitung zugeführt. Diese beruht darauf, daß durch fließendes Wasser Stücke von höheren specifischen Gewichte, also solche, welche Erz enthalten, früher abgelagert werden als taubes Gestein, dem ein geringeres specifisches Gewicht zukommt. Durch das Wasser werden gleichzeitig auch die feinen, abschlämmbaren Antheile entführt, die größeren Stücke gelangen auf Klaubtische, mit welchen sie langsam rotiren. Die an den Klaubtischen stehenden Arbeiter haben nun die Aufgabe, Erzstücke gleicher Zusammensetzung auszulesen; die auf diese Weise von den aus reinem Erze bestehenden Stücken gesonderten verwachsenen Stücke werden dann in Steinbrechmaschinen zerkleinert und in den Classirapparaten ihrer Größe nach sortirt. Dies erfolgt in der Weise, daß die Stücke Siebe mit verschiedener Lochweite passiren müssen, die jeweilig die Löcher passirenden Stücke werden gesondert aufgefangen.



Altes Handsetzsieb. Zu Seite 366.

Nun beginnt die mühsame Arbeit des Aussuchens der reinen Erzstücke aufs Neue, es erfolgt abermals eine Trennung in reines Erz, reine Berge und verwachsenes Zwischenproduct, welches abermals, nun aber stärker, durch Walzen und Quetschwerke zerkleinert wird. Dasselbe muß nochmals Siebe mit verschiedener, aber engerer Lochweite passiren, wird wieder ausgesucht und zerkleinert, bis schließlich die noch übrigbleibenden verwachsenen Zwischenproducte auf Pochwerke gelangen, in welchen sie zu dem feinsten Schlich zerstampft werden. Dieser wird endlich nach dem specifischen Gewichte in Schichten von verschiedenem Gehalt gesondert.

Man erreicht die Trennung der Stücke gleicher Größe nach dem specifischen Gewichte durch das Siebsetzen, indem eine Partie auf ein Sieb gebracht, unter Wasser getaucht und wiederholt rasch aufeinanderfolgenden senkrechten Stößen ausgesetzt wird. Die Stücke sondern sich dann nach ihrem Gewichte, und es bilden sich auf dem Siebe deutlich von einander zu unterscheidende Schichten, deren unterste die Erzkörner, die mittleren verwachsene Stücke, und die obersten die tauben Mittel enthalten. Während früher die Bewegung der Siebe ausschließlich durch Menschenkraft erfolgte, werden jetzt die sogenannten »Setzmaschinen« zu diesem Zwecke angewendet, welche durch Maschinenkraft bewegt werden.



Scheidebank.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Alle jene Producte der Sieb- und Setzarbeit, welche durch diese nicht mehr weiter verarbeitet werden können, desgleichen solche Erze, die sich ihrer Beschaffenheit nach für das Siebsetzen überhaupt nicht eignen, müssen einer weiteren Aufbereitung unterzogen werden. Hierzu ist es jedoch in der Regel erforderlich, sie noch weiter zu zerkleinern, was auf Naßpochwerken geschieht. Die resultirenden »Graupenkörner« werden wiederholt in der gleichen Weise wie beschrieben behandelt, bis man endlich eine nach Möglichkeit vollständige Trennung in reines Erz und taubes Gestein erreicht hat.

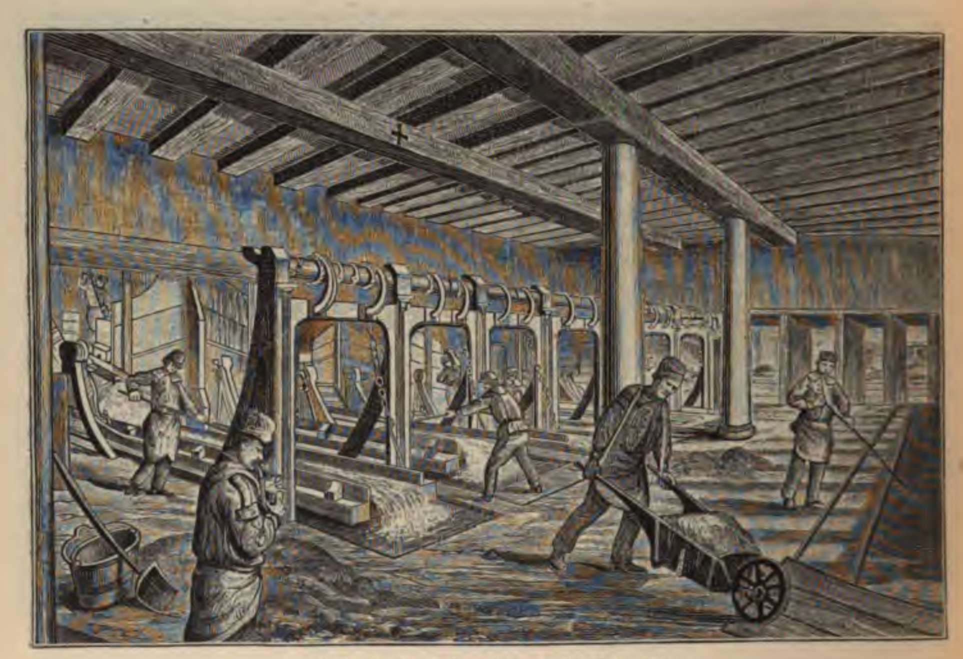


Naßpochwerk. (Nach Heuchler.) Zu Seite 367.

Aber auch das von den Naßpochwerken abfließende Wasser enthält noch werthvolles Erz im aufgeschlämmten Zustande, und auch dieses muß gewonnen werden. Zwar mag es auf den ersten Blick erscheinen, daß diese Menge nur eine geringe ist, und somit der Verlust derselben ohne Bedeutung wäre, doch ist dies nicht zutreffend, wenn man bedenkt, welche Massen Erz auf diese Weise im Laufe eines Jahres der Ausnützung verloren gingen. Man leitet daher die »Pochtrübe« mittelst eines langsamen Wasserstromes durch verschiedene miteinander verbundene Behälter, in welchen sich die suspendirten Stoffe nach und nach zu Boden setzen. Bei diesem Vorgange erhält man schließlich ein Gemenge von kleinen schweren Erztheilchen und größeren leichten Stückchen des tauben Gesteins.

Die weitere Trennung dieser Massen geschieht durch das »Verwaschen« oder »Concentriren«. Es ist dies nichts Anderes als ein Schlemmproceß, bei welchem

die in Wasser aufgerührten Massen über schiefe Flächen, die »Herde«, fließen, während gleichzeitig ein Wasserstrom darübergeleitet wird. Dieser nimmt nun die leichteren Gesteinsstückchen mit sich, während die schwereren Erztheilchen zurückbleiben. Diese Art der Trennung besitzt jedoch den großen Nachtheil, daß bedeutende Verluste von Erz unvermeidlich sind, trotzdem man bemüht war, die verwendeten Apparate nach Möglichkeit zu vervollkommnen. Man ist daher bestrebt, die Wascharbeiten immer mehr einzuschränken, was in der Weise erreicht wird, daß man eine zu weitgehende Zerkleinerung der Materialien nach Thunlichkeit



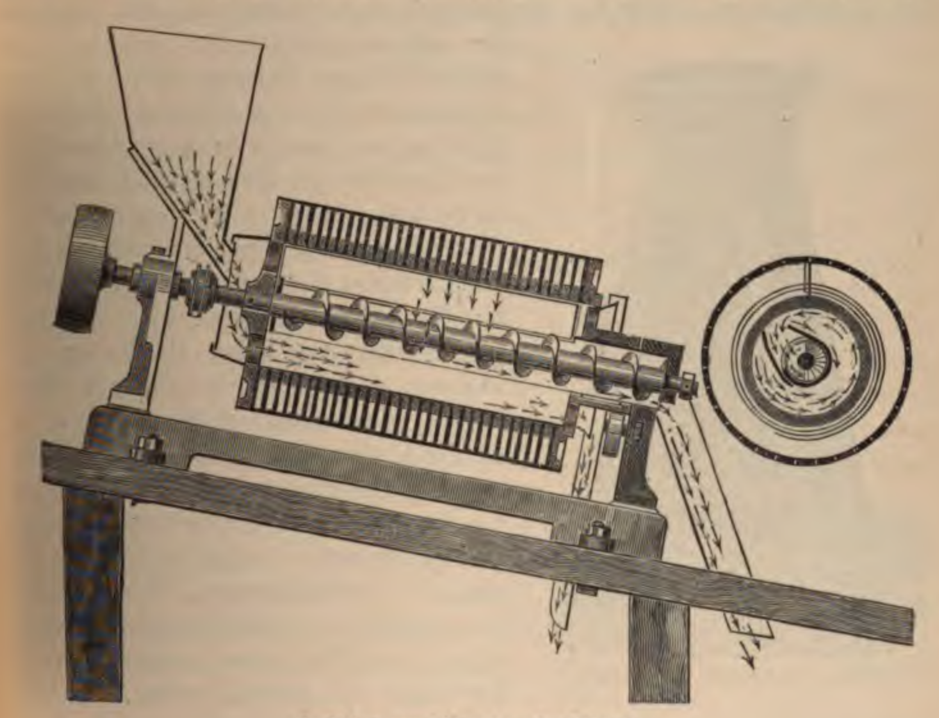
Stoßherd. (Nach Heuchler.) Zu Seite 368.

vermeidet und die Separations- und Setzarbeiten in viel ausgedehnterem Maße zur Anwendung bringt, als dies früher der Fall war.

Die Construction der »Herde« ist sehr verschieden, das Princip aller ist jedoch das gleiche, wie wir es oben beschrieben haben. So besitzt der sehr häufig gebrauchte Stoßherd eine in der Längsrichtung schwingende Herdfläche, welche in dieser durch regelmäßige kurze Stöße in Bewegung erhalten wird. Durch jeden Stoß erfährt der Wasserstrom eine vorübergehende Beschleunigung, diese bewirkt, daß die Erz- und Gesteinstheilchen nach abwärts getrieben werden, während sie andererseits der Stoß, welchen der Herd selbst erfuhr, nach aufwärts schnellt. Durch diese verschiedene Bewegung wird es erreicht, daß sich die einzelnen Theilchen ihrem Gehalte an Erz nach in verschiedenen einzelnen Schichten ablagern.

In jenen, häufig in der Praxis vorkommenden Fällen, in welchen es sich darum handelt, magnetische Erze von nicht magnetischen zu trennen, wendet man schon lange kräftige Magnete zu dieser Scheidung an. Unter den hierzu in Anwendung kommenden Systemen steht jenes von Siemens vielfach in Gebrauch. Dieser Erzscheider von Siemens ist in folgender Weise eingerichtet:

Eine stählerne Achse ist mit einer Riemenscheibe zum Antriebe versehen und mit einer aus Messing verfertigten Förderschnecke umgeben. Letztere umhüllt zu-

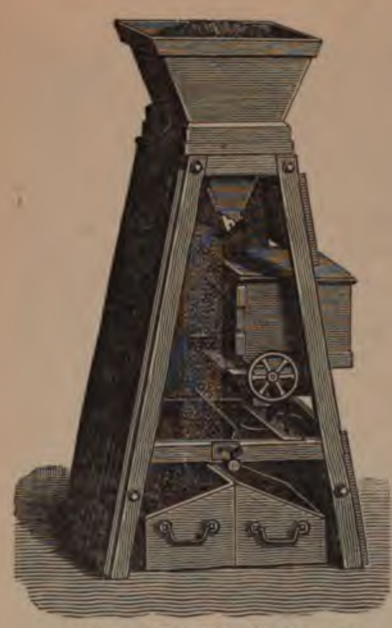


Erzscheider von Siemens. Zu Seite 369.

nächst ein Messingcylinder, welcher oben aufgeschnitten, aufgebogen und mit einer Abstreifvorrichtung versehen ist, welch letztere sich tangential an die Innenscheibe der Trommel anlehnt. Diese Trommel ist aus Eisenscheiben zusammengesetzt, die sich in geringen Abständen von einander befinden, während zwischen ihnen Messingringe liegen. Außerhalb sind die Eisenringe durch Eisenstangen verbunden. Vor Anbringung dieser Eisenstangen werden um die Eisenscheiben isolirte Drähte gewunden, welche, sobald sie von einem elektrischen Strome durchflossen werden, die Eisenscheiben in starke Magnete verwandeln.

Die Eisenringe bilden sonach mit den Eisenstangen Magnete von eigenthümlicher Form, deren Eigenschaften aber sonst ganz die gleichen wie jene des gewöhnlichen Hufeisenmagnetes sind. Die glatte Innenfläche der Trommel bildet daher

eine ununterbrochene Reihenfolge von Nord- und Südpolen. Wird nun der Apparat in Gang gesetzt, so rotirt die Achse mit der Förderschnecke und die Trommel, während das Messingrohr feststeht. Die zu sortirenden Erzstücke werden durch einen Fülltrichter dem etwas geneigt aufgestellten Erzscheider zugeführt und fallen auf die von den Magnetpolen gebildete Innenwand der Trommel. In der Abbildung auf Seite 369 sind die magnetischen Theilchen durch voll ausgezogene, die nicht magnetischen durch punktirte Pfeile angedeutet. Die Magnete ziehen nun die magnetisirbaren Theile des Erzgemenges an und halten diese fest, während die nicht magnetischen nach und nach zur tiefsten Stelle der Trommel gleiten und dort herausfallen. Die an den Magneten haftenden Theile werden dagegen durch die Umdrehung der Trommel nach oben gebracht und dort durch das festliegende Messingrohr aufgefangen, nachdem sie durch den Abstreifer losgelöst wurden. Aus diesem werden sie durch die Förderschraube entfernt.



Edison's Erzscheider. Zu Seite 370.

Würden bei diesem Erzscheider alle Magnete die gleiche Stärke besitzen, so würde sich die Erzscheidung sogleich an den ersten, an der höchsten Stelle befindlichen Magnetringen vollziehen und dort eine Anhäufung der Erze stattfinden. Um dies zu vermeiden, versieht Siemens die ersten Scheiben nur mit wenigen Drahtwindungen, während die darauffolgenden eine sich allmählich steigernde Anzahl von Windungen erhalten, und erst die letzten voll gewickelt werden. Auf diese Weise wird eine solche Vertheilung des Magnetismus bewirkt, daß dieser von der Eintrittsstelle ab bis zu jener Stelle, an welcher die unmagnetischen Erze austreten, beständig zunimmt. Hierdurch ist nicht nur ein continuirlicher Betrieb, sondern auch eine große Leistungsfähigkeit dieses Erzscheiders bei geringen Dimensionen ermöglicht. Die Stärke des zur Erzeugung der Magnete erforderlichen Stromes hängt natürlich von der Natur der Erze ab und muß durch Versuche bestimmt werden. Mit diesem Erzscheider können 20 Tonnen Erz pro Tag der Trennung unterzogen werden.

Anders ist der von Edison, dem genialen Erfinder auf dem Gebiete der Elektrotechnik, construirte Erzscheider beschaffen. Er zeichnet sich durch große Einfachheit aus und arbeitet auch nach einem anderen Principe als der vorbeschriebene Apparat. Während bei diesem die Erze in directen Contact mit den Magneten gebracht werden, bedient sich Edison der magnetischen Fernwirkung. Die Erze

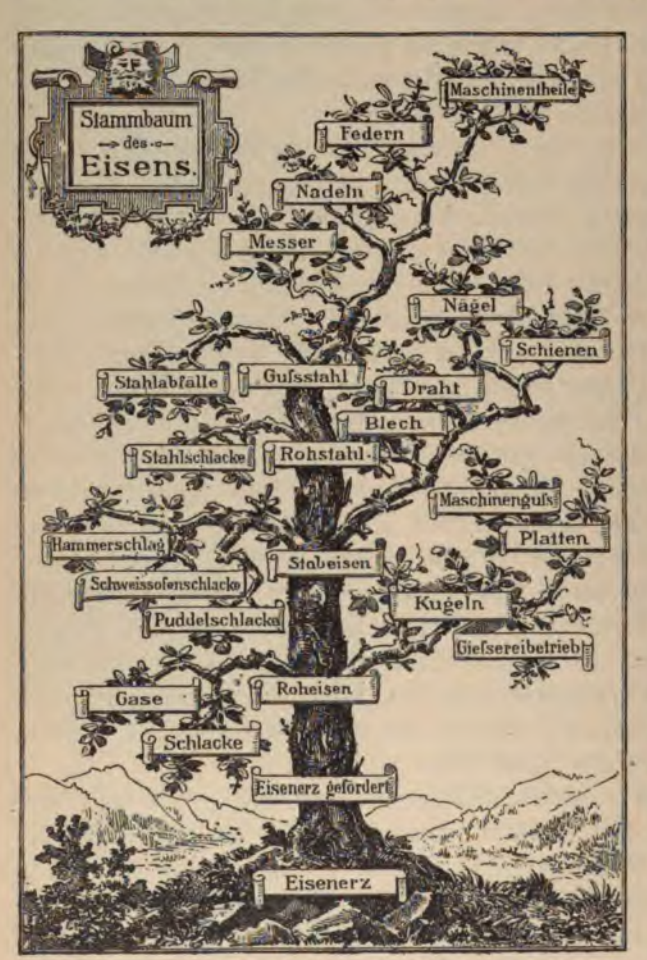
fallen aus einem Fülltrichter vertical herab und passiren während des Falles die Pole eines Elektromagnetes. Diese wirken nun nur auf die magnetisirbaren Erze ein, welche sie aus der verticalen Fallrichtung ablenken, während die nicht magnetischen unbehelligt ihren Weg fortsetzen. Die Magnete sind von einem hölzernen Kasten umschlossen, so daß das Erz nicht mit ihnen in Berührung kommen kann. Der Strom des einfallenden Erzes erfährt also durch den Magnetismus eine Theilung, welche es bewirkt, daß die unmagnetischen Erze in einen, die magnetischen in einen anderen, näher zu dem Magnete gelegenen Kasten fallen. Dieser Apparat findet besonders in Amerika ausgedehnte Anwendung.

Die Aufbereitung, welcher die verschiedenen Eisenerze vor dem Verschmelzen unterzogen werden, besteht zunächst ebenfalls in einer Zerkleinerung mittelst Hämmern, Poch- oder Brechwerken, worauf schädliche Beimengungen, welche die Qualität des erschmolzenen Eisens nachtheilig beeinflußen würden, wie Phosphorit, Eisenkies oder Schwerspath ausgeschieden werden. Durch Schlämmen wird dann etwa vorhandener Thon, Sand oder Kalkstein nach Möglichkeit entfernt. Ist dies erfolgt, so werden die Erze »probirt«, das heißt, es wird der Gehalt einer Durchschnittsprobe an Eisen bestimmt. Früher geschah dies immer auf trockenem Wege, indem man eine kleine Menge im Laboratorium direct ausschmolz. Zu diesem Zwecke wurde eine gewogene Menge des gepulverten Erzes mit solchen Stoffen, welche mit den gewöhnlich vorhandenen Silicaten (kieselsauren Verbindungen) schmelzbare Silicate (Schlacken) zu bilden vermögen, wie Flußspath, Kreide oder anderen Körpern, in einem feuerfesten Tiegel mit Kohlenpulver im Windofen erhitzt und auf diese Weise ein Regulus des Metalles erhalten, welcher gewogen wurde. Jetzt hat man diese Methode, welche keine zuverlässigen Resultate zu geben vermag, verlassen, und wendet immer nur die nasse Probe an, welche im Wesentlichen darin besteht, daß man das Erz mit Säuren behandelt, wodurch das Eisen gelöst wird. In der Lösung wird dann nach besonderen Methoden der Eisengehalt ermittelt, eine Abscheidung des Eisens als Metall findet hierbei jedoch nicht statt.

Die Erze läßt man entweder abwittern, indem man sie Monate hindurch an der Luft liegen läßt, wodurch, namentlich durch die Einwirkung des Frostes, eine Auflockerung stattfindet. Gleichzeitig werden aber auch die Sulfide zu Sulfaten oxydirt, welche löslich sind und durch den Regen weggewaschen werden; oder man unterwirft die Erze dem Rösten bei Luftzutritt. Sollen sie dabei durch die Hitze nur aufgelockert werden, wie Rotheisenerz, oder will man flüchtige Stoffe, wie gebundenes Wasser, Kohlensäure &c., austreiben, so schichtet man sie abwechselnd mit Lagen von Brennmaterialien in Haufen oder Schachtöfen. Soll nebenbei auch eine Oxydation stattfinden, um die niederen Oxyde des Eisens, die im Magneteisenstein und im Spatheisenstein vorhanden sind, in das leichter reducirbare Eisensesquioxyd zu verwandeln, oder Schwefelmetalle in lösliche Sulfate überzuführen, so leitet man nur die Flamme des Brennmateriales unter gleichzeitigem Zutritte größerer Luftmengen in einem Schachtofen durch die Erze. Vielfach werden

auch Röstöfen verwendet, bei welchen die sogenannten »Gichtgase« des Hochofens als Brennmateriale dienen.

Während die meisten Metalle, welche aus den metallurgischen Werkstätten hervorgehen, einen um so größeren Handelswerth besitzen, je reiner sie sind, d. h. je weniger fremde Beimengungen dieselben enthalten, ist dies beim Eisen nicht zutreffend, vielmehr findet das reine Eisen, abgesehen von gewissen, sehr beschränkten Verwendungsarten, wie etwa in der Galvanoplastik, nur sehr geringe Verwendung. Und dies ist dadurch begründet, daß chemisch reines Eisen nicht nur sehr schwierig darstellbar ist, sondern auch für die Zwecke der Praxis nur einen sehr geringen Werth besitzt, da es zu weich und nur sehr schwer schmelzbar ist und nur geringen Anforderungen mit Bezug auf Festigkeit zu genügen vermag. Dagegen sind es die **Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff**, welche sowohl der Qualität wie auch der Quantität nach ihrer mannigfaltigen technisch wichtigen Eigenschaften wegen die höchste Bedeutung erlangten.



Stammbaum des Eisens. Zu Seite 372.

Diese Kohlenstoffverbindungen (Carburete) des Eisens bezeichnet man als Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen, sie unterscheiden sich mit Bezug auf ihre Zusammensetzung nur durch den verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff, welcher ihnen total von einander abweichende Eigenschaften verleiht. Nun sollte man wohl annehmen, daß nur sehr bedeutende Unterschiede im Kohlenstoffgehalte, wie sie uns z. B. zwischen Roheisen, welches nicht schmiedebar ist, und zwischen Schmiedeeisen und Stahl entgegentreten,

diese Verschiedenheiten bewirken können. Dies ist jedoch nicht zutreffend, denn während der Kohlenstoffgehalt des Roheisens 2·3—5 Procent beträgt, enthält Schmiedeeisen 0·04—0·6, Stahl 0·6—2·3 Procent Kohlenstoff. Es ist dies ein schönes Beispiel dafür, wie mitunter selbst kleine Beimengungen eines anderen Elementes die Eigenschaften einer Substanz total zu verändern vermögen; Aehnliches sehen wir übrigens beim Eisen noch in einem anderen Falle, selbst ein sehr geringer Gehalt an Schwefel macht es rothbrüchig, indem es, bei Rothgluth bearbeitet, rissig wird; durch Phosphor wird es kaltbrüchig.



Gewinnung von Eisen durch afrikanische Neger. Zu Seite 374.

Das **Roheisen**, welches die höchste Kohlungsstufe bildet, also am meisten Kohlenstoff enthält, ist im Allgemeinen nicht streckbar und nicht schweißbar, mehr oder minder hart und in der Hitze tropfbar flüssig. Man erhält es bei der Verschmelzung der Eisenerze, und es liefert das Materiale sowohl für das Gußeisen als auch für die Darstellung von Schmiedeeisen und Stahl.

Das **Schmiedeeisen** enthält am wenigsten Kohlenstoff, es ist weich, schweißbar und streckbar, jedoch nicht härtbar und schwerer schmelzbar als Roheisen und Stahl. Es wird nur selten direct aus den Erzen dargestellt, in der Regel aus Roheisen; entweder gelangt es im ursprünglichen Zustande als Handelswaare in den Verkehr, oder aber es wird, indem man den Kohlenstoffgehalt erhöht, auf Stahl verarbeitet.

Der Stahl liegt mit Bezug auf seinen Kohlenstoffgehalt in der Mitte zwischen Roheisen und Schmiedeeisen, er ist in der gleichen Weise streckbar und schweißbar wie Schmiedeeisen, auch leichter schmelzbar wie dieses, jedoch schwerer als Roheisen, und im Gegensatze zu Schmiedeeisen ist er härtbar, wenn er im glühenden Zustande rasch abgekühlt wird. Zu seiner Darstellung dienen in den seltensten Fällen direct die Erze, vielmehr wird er nach verschiedenen Verfahren aus Roheisen und Schmiedeeisen gewonnen.

Während früher das sehr strengflüssige Schmiedeeisen nur im teigartigen Zustande als sogenanntes »Schweißeisen« erhalten wurde, erfolgt die Gewinnung desselben bei den modernen, unter Zuhilfenahme sehr hoher Temperaturen durchgeführten Processen, bei dem Bessemer-, Thomas- und Martin-Proceß als flüssige Masse, als »Flußeisen«.

Wir wollen nun in großen Zügen das Wesentliche der verschiedenen Verfahren zur Gewinnung des Eisens besprechen, wobei wir zum Theile einer Darstellung des Eisenhüttenbetriebes von H. Schwarz folgen.

Die primitivsten Formen der Eisenöfen treffen wir an der Westküste Indiens sowie in Deccan, Orissa und Carnatic an. Die Eisenschmelzer, welche einer niederen Kaste angehören, ziehen häufig von Ort zu Ort und bauen ihre einfachen und höchst unvollkommenen Apparate dort auf, wo es ihnen möglich ist, die Erze und Kohle leicht zu beschaffen. Ihre Oefen bestehen aus einem 0·6—1·2 Meter hohen, runden Schacht, welcher unten 0·25—0·3 Meter und oben 0·15—0·3 Meter weit ist; derselbe ist aus Thon aufgebaut und besitzt unten zwei Oeffnungen, von welchen die eine zur Einführung des Gebläses, die andere dem Abflusse der Schlacke, welche sich aus den im Erze vorhandenen Silicaten bildet, dient. Die Blasebälge sind gewöhnlich aus Ziegenfell oder Büffelhäuten hergestellte Säcke mit einer Düse aus Bambusrohr oder ausgehöhlte Baumstämme, in welchen Stempel auf- und abbewegt werden. Sobald der Ofen angeheizt ist, werden abwechselnd Lagen von Holzkohle und zerkleinertem Erze aufgegeben, bis man nach 4—6 Stunden einen 3—15 Kgr. schweren porösen Eisenklumpen erhält, welcher auf dem Ambosse ausgearbeitet wird.

Wahrscheinlich war auch im Mittelalter die directe Darstellung des Schmiedeeisens aus den Erzen, allerdings schon mit wesentlich vollkommeneren Apparaten, durch den sogenannten Rennproceß die vorwaltende Methode. Später ging man zur Luppenfrischerei über, welche darin bestand, daß in einen mit glühenden Kohlen gefüllten Herd das Erz aufgegeben wurde, nach und nach setzte man immer mehr Kohle und Erz zu, bis sich eine »Luppe« von geeigneter Größe gebildet hatte, welche dann ausgehämmert wurde. Dieser Vorgang war noch im vergangenen Jahrhunderte in verschiedenen Theilen Deutschlands im Gebrauch.

In den Luppenfeuern können nur reiche, leicht reducirbare Erze verarbeitet werden; ärmere Erze waren von der Verwendung ausgeschlossen, da bei diesen eine zu große Eisenmenge in die Schlacke übergeht. Dies führte zur Anwendung

niederer Schachtöfen, in welchen man die Erze, die schichtenweise, mit Kohle abwechselnd, eingetragen wurden, unter Anwendung eines Gebläses reducirte.

Die deutschen Stücköfen, welche in Oesterreich, Thüringen und an anderen Orten benützt wurden, bestanden aus einem runden oder viereckigen Schachte, welcher eine Höhe von 2—5 Meter besaß; in der Nähe des Gebläses oder der »Form« waren sie etwa 0·8—1·5 Meter weit und an der oberen Oeffnung, der »Gicht«, etwas enger. Sie lieferten Eisenklumpen im Gewichte von 5 bis 8 Centnern, welche »Stück« oder »Wolf« genannt wurden, und welche man in besonderen Feuern weiter verarbeitete.

Man ließ dann gewöhnlich nach jeder Schmelzung den Ofen erkalten, später wurde der Betrieb stets einige Tage und auch länger ohne Unterbrechung fortgeführt, und indem man den Schacht immer höher baute, kam man schließlich zum Hochofenbetrieb, mit dessen Anwendung eine neue Periode in der Eisenindustrie begann, da nun in continuirlichem Betriebe schmelzbares Gußeisen gewonnen wurde. Allem Anscheine nach scheint der Hochofen im XV. Jahrhunderte zuerst am Niederrhein verwendet worden zu sein, von wo aus er dann nach anderen Gegenden gelangte.

Im Hochofen werden die vorher bei gelindem Feuer gerösteten, getrockneten und von Wasser, Schwefel, Kohlensäure und organischer Substanz mehr oder weniger befreiten Erze lagenweise mit Brennmateriale, Holzkohle oder Coaksschichten abwechselnd eingestürzt. Die Asche des Brennstoffes sowie die erdigen Beimengungen des Erzes müssen aber ebenfalls, um den regelmäßigen Gang des Hochofens zu ermöglichen, in flüssige Schlacke verwandelt werden, die nahezu bei der gleichen Temperatur wie das Roheisen schmilzt. Die Schlacke ist jedoch durchaus kein nothwendiges Uebel, sondern vielmehr erforderlich, sie müßte auch dann erzeugt werden, wenn absolut reines Erz verarbeitet werden soll. Und zwar aus dem Grunde, da die Schlacke im geschmolzenen Zustande die herabfallenden Tropfen von Roheisen umhüllt, und auf dem sich im unteren Theile des Ofens ansammelnden Eisenmassen schwimmt, und diese vor der Berührung mit der einströmenden Gebläseluft bewahrt. Der Gehalt derselben an Sauerstoff würde es sonst mit sich bringen, daß der im Eisen vorhandene Kohlenstoff verbrennt, so daß man dann kein Roheisen, sondern unschmelzbares Schmiedeeisen erhalten würde.

Der praktische Hüttenmann sieht es deshalb nicht gerne, wenn er genöthigt ist, zu reiches Erz zu verschmelzen, und er ist bestrebt, durch Beimengung ärmerer Erze den Gehalt an Eisen auf 30—35 Procent der gesammten Schlackenmasse herabzudrücken, welcher Vorgang »gattiren« oder »möllern« genannt wird.

Die Schlacke bildet eine Art Glas, welches neben Kieselsäure und Thonerde vornehmlich Kalk und Magnesia enthält. Manche Erze sind selbstgehend, d. h. sie liefern durch ihre Beimischung selbst eine solche passende Schlacke; in anderen Fällen vermag man durch Mischen (Gattiren) eines thonreichen mit einem kalk-

reichen Eisenerze den Zweck zu erreichen; in den meisten Fällen muß man ab
mit Zuschlägen nachhelfen, welche den im Erze vorkommenden fremden Bestan
theilen angepaßt sind. Wo, wie es meist der Fall ist, Kieselsäure und Thoner
vorwalten, besteht der Zuschlag aus Kalkstein oder gebranntem Kalk; bei basisch

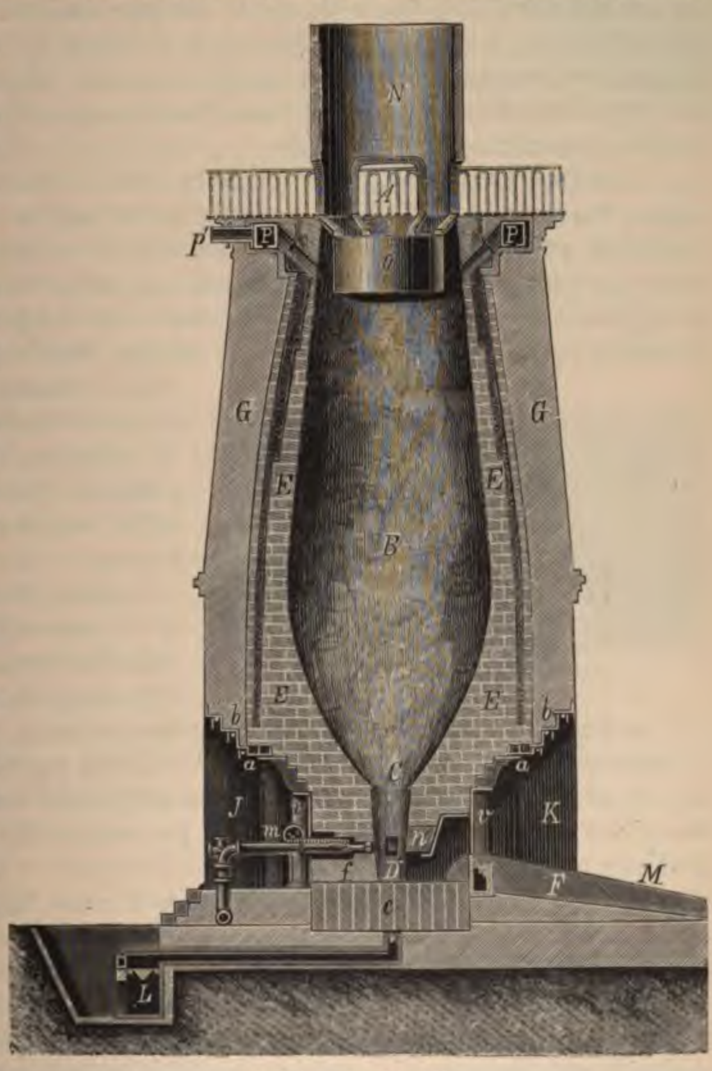


Hochofenanlage. Zu Seite 375.

Erzen, wie sie beispielsweise der steirische Erzberg liefert, muß ein eisenhaltiger Thon, eine kieselsäurereiche Puddelschlacke zugegeben werden. Die Feinheiten des Hüttenbetriebes, durch welche die Erzielung besonderer Qualitäten des Eisens erreicht werden soll, sind besonders auf die richtige Abmessung dieser Zuschläge

Ist das Erz schwefelhaltig, so giebt man mehr Kalk und arbeitet bei Temperatur, man erhält dann das zum Gießen geeignete graue Roheisen; geringeren Gabe von Kalk und geringerer Menge des Brennstoffes wird arte, zur ung des eeisens ge- weiße Eisen Aus kiesel- reinem Erz, Brennstoff enig Kalk n das sili- ige Bes- oheisen dar

nere Form, man den n der Hoch- theilt, ist von ein- erschieden; ich besitzen en einen nigen Quer- nd erwei- on der obe- fnung, die genannt, ten, ziehen zusammen den schließ- rch einen n Canal, tell, in den , in welchem s Roheisen

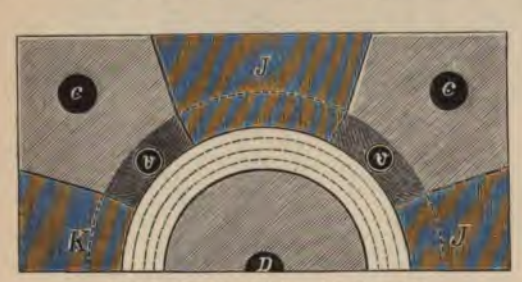


Hochofen. Zu Seite 377.

Schlacken ansammeln. So besitzt der auf Seite 377 abgebildete ältere e Coaksofen nach Schorlemmer folgende Einrichtung: Der Ofenschacht ist 50 Fuß hoch; die Gicht A hat einen Durchmesser von 10 Fuß; der weitert sich von da bis zum Kohlensack B auf 16 Fuß, zieht sich dann en und endet mit dem oben 4 Fuß weiten Gestell CD, welches mit drei

Formen zum Einblasen des Windes versehen ist und in den Herd mündet. Der Kernschacht des Ofens E ist aus feuerfesten Steinen aufgeführt und vom Rohschacht oder Mantel G, welcher aus gewöhnlichen Steinen aufgemauert wird, umgeben. In den Ecken desselben führen Canäle C bis zum Gichtplateau hinauf, welche mit der Feuerung L in Verbindung stehen und die Enden kleiner, in der Ofenwand angebrachter Abzugscanäle, welche in der Zeichnung nicht ersichtlich sind, aufnehmen. Der Zweck dieser Einrichtung besteht darin, den Ofen gut auszutrocknen, ehe er in Betrieb gesetzt wird.

Der Herd besteht aus großen feuerfesten Steinen und ist nach der Arbeitsöffnung hin durch den Wallstein begrenzt, welcher auf der einen Seite an den Backsteinen anliegt; auf der anderen dagegen verbleibt ein Schlitz mit einer Stichöffnung, welche gewöhnlich geschlossen ist und nur geöffnet wird, wenn der Herd mit geschmolzenem Eisen gefüllt ist. Die vordere Seite des Herdes wird von dem Tümpel n begrenzt, so daß zwischen diesem und dem Wallstein eine große spaltartige Oeffnung bleibt, aus welcher die Schlacken über die Schlackentrift M abfließen; diese ist durch eine gußeiserne Platte F, die Schlackenleiste, nach der Stichöffnung zu begrenzt.



Hochofen im Querschnitt. Zu Seite 377.

Ueber der Ofengicht befindet sich der eiserne Gichtmantel N, durch dessen Oeffnungen die Erze und das Brennmateriale eingetragen werden, und in der Gicht ist ein Blechcylinder O aufgehangen, welcher oben fest anschließt; die brennbaren Gase, welche in dem mit der Beschickung angefüllten Cylinder einen Widerstand erfahren, gehen zum Theile in den außerhalb befindlichen ringförmigen Raum und werden von da durch p und p' zur weiteren Verwendung abgeführt, sie dienen zum Rösten der Erze u. s. w.

Die Zahl der Düsen, durch welche der von einem besonderen Gebläse erzeugte Luftstrom in den Ofen gepreßt wird, ist nicht bei allen Ofenconstructionen die gleiche. Wendet man, wie es jetzt gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, erhitzte Gebläseluft an, so werden die Oeffnungen, in welchen die Düsen liegen, durch sogenannte Formen gegen das Abschmelzen geschützt. Diese Formen sind aus Bronze verfertigt und doppelwandig, zwischen den Wandungen circulirt kaltes Wasser. Durch die Anwendung der erhitzten Gebläseluft war das beste Mittel gegeben, die Temperatur im Innern des Ofens zu steigern, die Production zu erhöhen und an Brennmateriale zu sparen. Um aber zu verhüten, daß durch die hohe Temperatur die Wände des Ofens zu sehr leiden, wendet man den Kunstgriff an, diese so dünn als nur möglich zu machen, so daß die äußere Luft kühlend wirkt, desgleichen kühlt man durch Einlegen von Kühlkästen oder durch Berieselung mit

Wasser das Gestell. Trotzdem ist der Ofengang so hitzig, daß von dem früher so ehr gefürchteten Absätzen im Herde, d. i. dem Erstarren der Schlackenmasse, die ann nach dem Erkalten des Ofens ausgemeißelt werden mußte, wenn sie sich icht auf andere Weise entfernen ließ, nichts mehr zu fürchten ist. Die Schlacke ießt jetzt continuirlich durch ein doppelwandiges, durch Wasser ausreichend geühltes Bronzerohr ab. Die ältere Construction mit Schlackentrift, Wallstein, Tümpelstein u. s. w., hatte nur den Zweck, solche Absätze mit Brechstangen oder uf andere Weise entfernen zu können. An Stelle dieser alten Oefen mit offener Brust werden jetzt meistens ganz geschlossene Oefen verwendet, bei welchen man uch die Unterkante des Herdes so hoch legt, daß man das flüssige Eisen in untereschobene Pfannen entleeren kann. Die Menge der Schlacken, welche solch große moderne Hochöfen produciren, ist sehr bedeutend, die Schlacken häufen sich in der Umgebung der Hüttenwerke zu wahren Bergen an und bilden oft eine nicht geringe Calamität. Vielfach werden sie nun zum Versatz in den Bergwerken verwendet, welche die Kohlen liefern.

In jedem Hochofen kommt das Princip des Gegenstromes zur Anwendung, welches die höchste Ausnützung des Brennmateriales, sowohl mit Bezug auf seine calorische, als auch seine chemische Wirkung ermöglicht. Während nämlich die durch die Verbrennung der Kohle in Berührung mit der eingeblasenen Luft im Gestelle entstehenden Gase nach aufwärts ziehen, sinkt das Erz mit dem Brennmateriale und den Zuschlägen langsam herab. Zunächst entsteht durch die vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure eine Temperatur von solcher Höhe, daß Eisen und Schlacke vollständig einschmelzen, in Tropfen herabfallen und sich im Herde ansammeln, wo sie sich bald ihrem specifischen Gewichte nach trennen; der nach aufwärts ziehende Gasstrom findet neue glühende Kohlenschichten, und in Berührung mit diesen wird die in ihm enthaltene Kohlensänre in das brennbare, sehr giftige und stark reducirend, d. h. Sauerstoff entziehend, wirkende Kohlenoxyd übergeführt. Diese Aufnahme von Kohlenstoff geht unter starker Wärmebindung, d. i. unter beträchtlicher Herabsetzung der Temperatur von statten. Trifft das Kohlenoxyd mit fein vertheiltem metallischen Eisen zusammen, so wird der eben aufgenommene Kohlenstoff an dieses unter Bildung von Roheisen abgegeben und hierdurch erst diesem die Schmelzbarkeit ertheilt; gleichzeitig geht das Kohlenoxyd aber wieder in Kohlendioxyd oder Kohlensäure über. In den folgenden Kohlenschichten wird es aber wieder in Kohlenoxyd übergeführt, und dieses vermag nun seine reducirende Kraft zu äußern, indem es den in den Erzen vorhandenen Oxyden des Eisens Sauerstoff entzieht, wobei es sich abermals in Kohlensäure verwandelt, und sie in metallisches Eisen überführt. Dadurch erfährt die Temperatur des Gasstromes allerdings abermals eine Erniedrigung, doch ist sie immer noch hoch genug, um in den oberen Schichten die Austreibung des Wassers, der Kohlensäure und anderer flüchtiger Stoffe aus der Beschickung zu bewirken. Endlich entweicht aus der Gichtmündung ein Gemisch von Gasen, welches aus

Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd u. s. w. besteht, der Gehalt an Kohlenoxyd ist aber immer noch groß genug, um dieses Gasgemenge brennbar zu machen. Früher ließ man dasselbe unbenützt, und es verbrannte als mächtige lodernde Gichtflamme von blaßblauer Farbe. Jetzt verschließt man die Gicht durch besondere Vorrichtungen, welche das Auffangen dieser Gichtgase gestatten, und leitet diese, die immer noch zwei Fünftel des ganzen angewendeten Brennmateriales repräsentiren, nach dem Orte ihrer weiteren Verwendung ab.

Man reinigt zunächst die aufgefangenen Gichtgase in Waschvorrichtungen von dem mitgerissenen Gichtstaube und verbrennt sie unter gleichzeitiger Zuführung frischer Luft unter den Dampfkesseln, welche den zum Betriebe der Gebläsemaschinen nöthigen Dampf liefern, oder in den Apparaten, welche zur Erhitzung der Gebläseluft verwendet werden.

Zu diesem Zwecke wird die Flamme der Gichtgase durch Kammern geleitet, welche innerhalb eines gasdichten Gehäuses aus Kesselblech zahlreiche schmale Canäle, aus feuerfesten Ziegeln hergestellt, besitzen. Sind diese in einer Kammer bis nahe zur Weißgluth erhitzt, so wird die Gebläseluft in umgekehrter Richtung durch diese Kammer getrieben, während ein zweiter Cylinder die Gichtgasflamme zum gleichen Zwecke aufnimmt.

Entsprechend den geschilderten Vorgängen im Hochofen unterscheidet man an der herabsinkenden Schmelzsäule verschiedene Zonen, welche — von oben nach unten fortschreitend — als Vorwärm-, Reductions-, Kohlungs- und Schmelzzone bezeichnet werden.

Soll ein neu erbauter Hochofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er erst langsam angewärmt. Dieses Anwärmen erfordert oft Monatsfrist und darüber, und muß deshalb so vorsichtig geschehen, da sonst bei einer zu raschen Steigerung der Temperatur das Mauerwerk Schaden leiden und rissig werden könnte. Ist aber einmal der richtige Schmelzgang erreicht, so vollziehen sich die verschiedenen Arbeiten, das Heben der Beschickung zur Gicht, das Einstürzen derselben in die Gicht, das Gichtsetzen, das Ablassen der Schlacke und endlich das Abstechen des angesammelten Eisens in die vorbereiteten Sand- oder Eisenformen in regelmäßigen Intervallen, bis endlich das Ausschmelzen des Ofens, schlechte Eisenpreise oder sonstige unliebsame Zwischenfälle der Hüttenreise oder Campagne ein Ende bereiten. Die Schmelzcampagnen sind bei verschiedenen Oefen von wechselnder Dauer, sie variiren zwischen 2 und 20 Jahren.

Gewöhnlich wird Morgens und Abends um 6 Uhr beim Wechsel der Tag- und Nachtschichten der Abstich des Eisens vorgenommen. Es gewährt einen herrlichen, unvergleichlich schönen Anblick, wenn sich die geschmolzene leuchtende Masse in einem feurigen Strahle ergießt. Graues Eisen fließt dabei ruhig mit rothorange leuchtender Farbe in die Formen, während weißes Eisen lebhaft blendende, sternartige Funken sprüht und weißeres Licht entwickelt. Zwischen beiden steht das sogenannte »halbirte« Eisen, ein Gemenge von grauem und weißem Eisen, welche

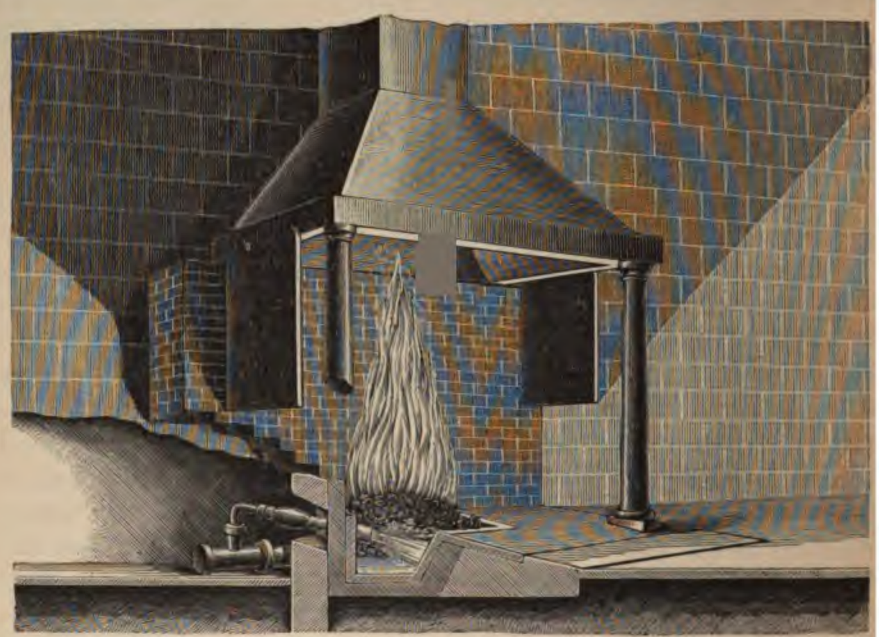
in neuerer Zeit zum Guß von Hartwalzen und Eisenbahnrädern, zur Herstellung von Granaten, die zur Zertrümmerung von Panzerplatten dienen sollen, und zu Panzerthürmen selbst ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Wird dasselbe in eiserne Formen gegossen, in welchen es rasch abgekühlt wird, so bleibt der Kohlenstoff an das Eisen gebunden, und das Gußstück erhält eine mehr oder weniger dicke Schichte von äußerst hartem Weißeisen. Der Kern des Gußstückes, welches langsamer erkaltet, sowie alle jene Theile, die mit dem ebenfalls die Wärme nur schlecht leitenden Formsande in Berührung kommen, bleiben grau und weich, und verleihen der äußeren Rinde gewissermaßen eine elastische Unterlage, wodurch deren Festigkeit und Widerstandsfähigkeit erhöht wird.

Graues Eisen ist zwar so weich, daß es sich feilen, bohren, hobeln, ja sogar etwas mit dem Hammer bearbeiten läßt, um es aber zu schmieden und zu schweißen, und um es auch gegen den Zug und nicht nur gegen den Druck widerstandsfähig zu machen, muß es zunächst, in gleicher Weise wie das Weißeisen, bis zu einem gewissen Grade von dem aufgenommenen Kohlenstoffe, sowie von Verunreinigungen befreit und auf diese Weise in Schmiedeeisen beziehungsweise Stahl umgewandelt werden.

Graues Eisen kann direct nur schwierig entkohlt werden. Man erreicht dies zwar in der Weise, daß man Gußstücke in Eisenoxyd verpackt und lange Zeit hindurch glüht, dann wird der Kohlenstoff herausgebrannt und sie bleiben zwar weich, werden aber porös. Wird dagegen Weißeisen mit gebundenem Kohlenstoffe zum Gusse angewendet, so können durch diesen Proceß des »Abdoucirens« ganz brauchbare Gegenstände aus Schmiedeeisen erhalten werden. Es dürfte wenig bekannt sein, daß billige Scheren und Messer, sowie complicirte Bestandtheile von Nähmaschinen, Flintenschlösser, selbst Terzerole aus solchem abdoucirten Eisen bestehen. Man schlägt dann diesen Weg ein, da die Herstellung solcher Gegenstände, welche oft Massenartikel sind und einen billigen Preis haben müssen, durch Guß weit leichter erfolgt und auch billiger zu stehen kommt, als das Schmieden, Ausfeilen u. s. f., große Festigkeit und Haltbarkeit ist dann allerdings nicht zu erwarten. Hierzu muß man das Roheisen einschmelzen und ihm den Kohlenstoff weniger durch die Verbrennungsluft, als durch eine eisenoxydreiche Schlacke entziehen. Hat man nur graues Roheisen zur Verfügung, so wird dasselbe zunächst durch Einschmelzen in einem Gebläseherde und Abstehen in eiserne, durch Wasser gekühlte Formen in Weißeisen übergeführt oder gefeint.

Jene Werke dagegen, welche den Dichtern und Malern am häufigsten als poetischer Vorwurf dienen, in welchen die Bälge fauchen und mächtige Stirnhämmer das Eisen gestalten, sind die Frischhütten. Das Roheisen wird in einer mit Holzkohle erfüllten Herdgrube durch den kräftigen Gebläsewind tropfen- und brockenweise niedergeschmolzen. Schon in dem Momente, in welchem es den Gebläsewind passirt, wird ein Theil des in ihm enthaltenen Kohlenstoffes verbrannt, die Entkohlung wird aber meist am Boden des Herdes durch stark eisenhaltige

Schlacke vollendet, die durch Aufbringen von Hammerschlag oder von rein
Eisenerze gebildet wird. Ist nun das Eisen, eventuell durch Wiederholung die
Processes zum größten Theile von seinem ursprünglichen Gehalte an Kohlenst
befreit und dadurch hart und unschmelzbar geworden, so wird der Eisenklump
herausgehoben und unter den Hammer gebracht. Durch vorsichtige Schläge wi
zunächst die eingeschlossene Schlacke ausgetrieben und dann durch kräftigere Schlä
der Klumpen zu Frischeisen verarbeitet. Da man meist nur reines, mit Holzko
erblasenes Roheisen anwendet und auch beim Frischen nur diesen reinen Bren
stoff verwendet, so erhält man meist ein vorzügliches zähes Product, welch



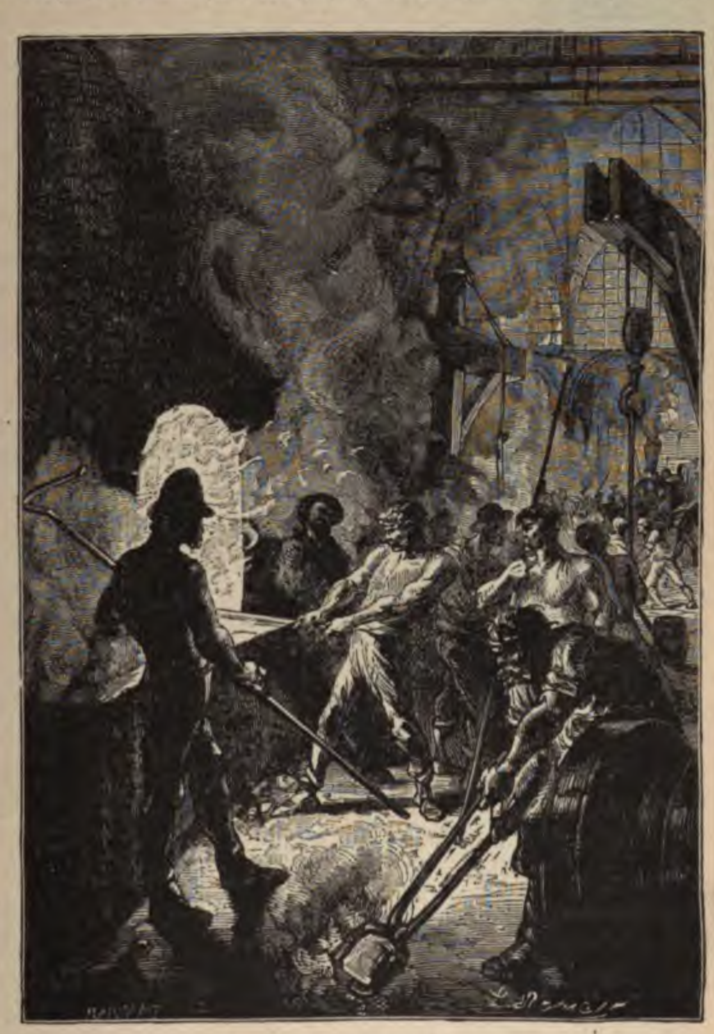
Frischherd. Zu Seite 381.

bei nicht vollständiger Entkohlung einen trefflichen, zähen Stahl lief
Die besten Sorten Eisen, wie sie zum Beispiel zur Herstellung der Hufnägel v
wendet werden — einen guten Hufnagel vermag man 20—30 Male an derselb
Stelle hin- und herzubiegen, ehe er bricht — sowie die Stahlsorten, welche
mit Recht so weltberühmten steirischen Sensen liefern, werden immer noch du
das Frischen erhalten.

Für die Massenproduction vermag allerdings das Frischfeuer nicht zu
nügen; hier wird der Puddelproceß angewendet. Dieses Wort ist aus d
englichen Worte puddle, zu deutsch Umrühren oder Mengen, abgeleitet und s
gut gewählt, denn in der That besteht das Wesentliche dieses Vorganges dar
daß man das Roheisen mit Hilfe mächtiger Steinkohlenflammen in einem üb

wölbten Herde mit flacher Sohle einschmilzt und es dann mittelst starker Rührstangen mit der eisenreichen Schlacke, der Garschlacke, so lange mengt, bis die Entkohlung beendet ist.

Man setzt das Roheisen, am besten Weißeisen, in Stößen in den Ofen nahe der Feuerbrücke ein. Durch die Erhitzung wird dasselbe mürbe, läßt sich mit den Rührstangen zerschlagen und wird endlich in dicklichen Fluß gebracht. Es bildet sich gleichzeitig aus dem am Eisen haftenden Sande, sowie aus dem verbrennenden Silicium des Eisens Kieselsäure, welche sich mit dem gleichzeitig durch theilweise Oxydation des Eisens entstehenden Eisenoxydul zu einer dünnflüssigen Schlacke vereinigt. Wird aber ferner noch Eisenoxyd zugegeben, so daß die Schlacke übersättigt ist, so wird sie »gar«. Nur diese gare Schlacke läßt sich gut mit dem breiigen Eisen vermengen und nur diese wirkt entkohlend auf dasselbe ein. Will man das bessere Feinkorneisen oder Puddelstahl bereiten, so muß bei noch höherer Temperatur und mit weniger grauer Schlacke gearbeitet werden.

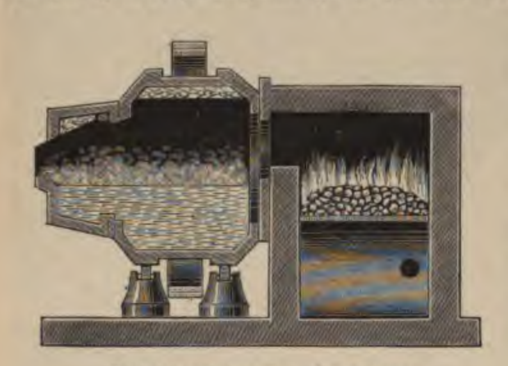


Puddelofen. Zu Seite 382.

Das Puddeln selbst ist eine der anstrengendsten Arbeiten der Eisenindustrie, und zwar, abgesehen von der gewiß großen körperlichen Anstrengung, in Folge

der enormen Temperatur, welcher die Arbeiter ausgesetzt sind. Man war daher mit Erfolg bemüht, den Haupttheil der Arbeit durch die Maschine verrichten zu lassen, indem man den Schmelzherd rotiren läßt, die in einer feststehenden Feuerung entwickelte Flamme durchstreicht denselben auf dem Wege nach dem ebenfalls feststehenden Schornsteine. Man erreicht auf diese Weise eine sehr innige Mischung des Eisens mit der Schlacke und die Arbeiter sind nicht so sehr der strahlenden Wärme des Ofens ausgesetzt.

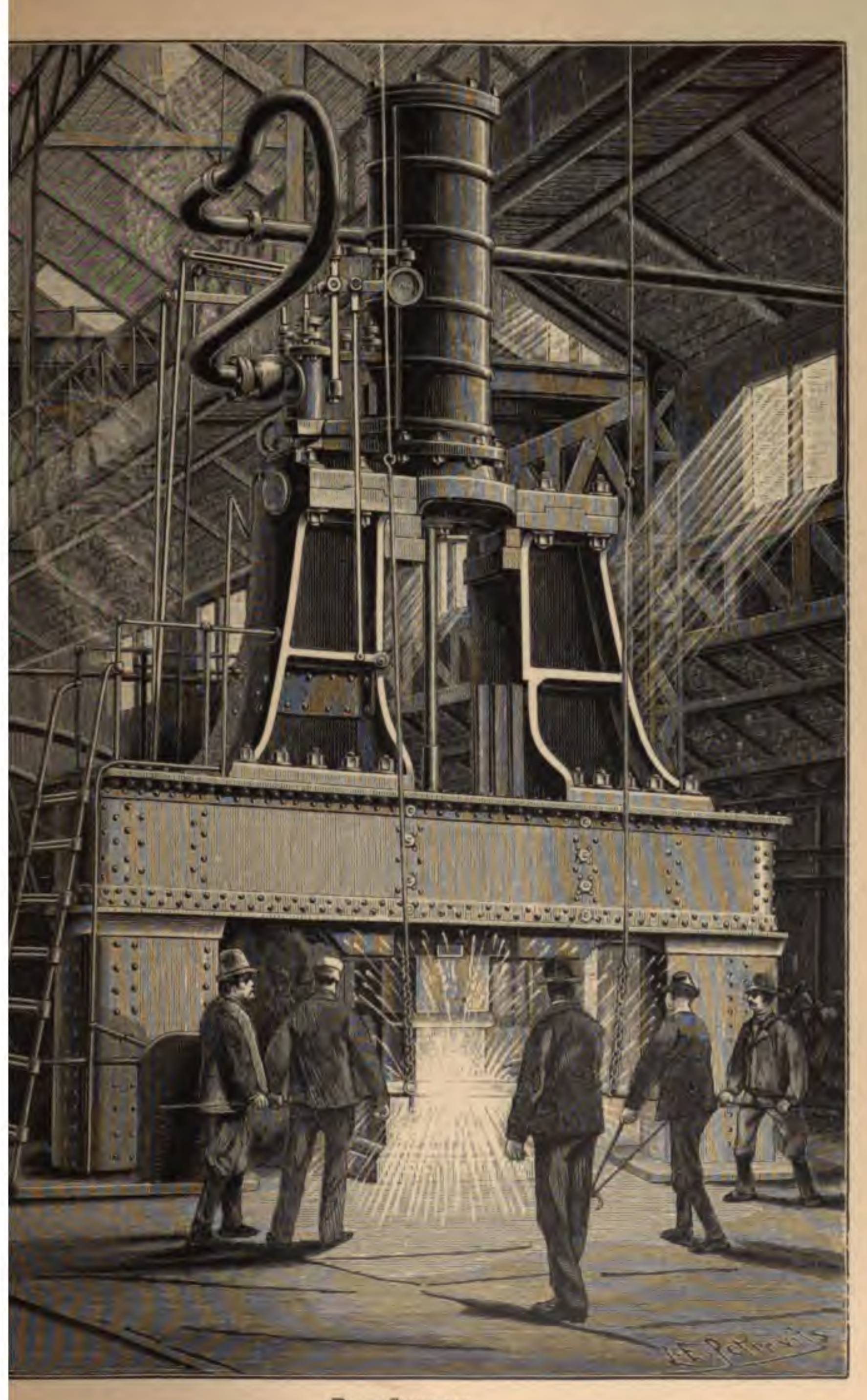
Sehr bald beginnt dann die chemische Reaction zwischen dem Kohlenstoffe des Eisens und der Schlacke. Flammen von Kohlenoxyd durchbrechen die kochende Masse; endlich sinkt die dünnflüssig gewordene Schlacke durch den entstandenen porösen Eisenschwamm zu Boden und die Eisenkörnchen leuchten mit rother bis weißer Farbe, je nachdem sie mehr dem Eisen oder dem Stahle sich nähern.



Rotirender Puddelofen. Zu Seite 384.

Wenn nun der Arbeiter mit seiner Rührstange einen Brocken loslöst und dann in der Masse fortwälzt, so sammeln sich die Körnchen in der gleichen Weise, wie sich der feuchte Schnee zu Ballen formen läßt, zu einer »Luppe« an, welche herausgenommen und unter dem Dampfhammer vorsichtig zusammengequetscht wird.

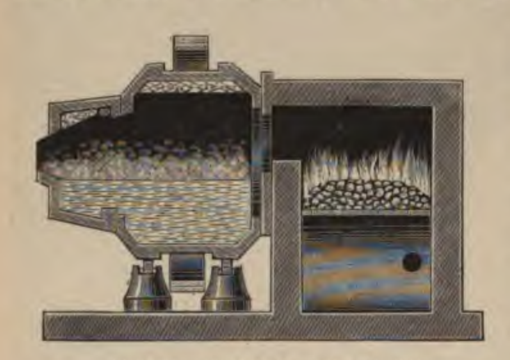
Das Princip des Dampfhammers besteht darin, daß der entsprechend große Hammerklotz an der Kolbenstange eines vertical stehenden Dampfcylinders befestigt ist. Tritt nun Dampf unterhalb des Kolbens ein, so wird dieser sammt dem daranhängenden Hammer bis zur höchsten Stelle gehoben. Durch die Umstellung der Steuerung wird dann der Dampfzutritt abgesperrt und der im Cylinder befindliche Dampf kann nun entweichen; die Folge ist, daß nun der Hammer niederfällt und mit einer seinem Gewichte und der Fallhöhe entsprechenden lebenden Kraft den Amboß trifft. Gewöhnlich sind die Dampfhämmer aber so construirt, daß auch das Fallen des Hammers durch den Druck des oberhalb des Kolbens einströmenden Dampfes unterstützt werden kann. Man erreicht hierdurch, daß man mit einem Hammer, dessen Eigengewicht ein relativ geringes ist, Schläge von enormer Wucht ausführen kann. Wie man es aber durch entsprechende Stellung der Dampfzuströmung beziehungsweise Steuerung in der Hand hat, eine Dampfmaschine sehr rasch oder nur ganz langsam laufen zu lassen, so ist dies auch hier der Fall; dem Hammer kann jede beliebige Fallgeschwindigkeit ertheilt werden, er kann in jeder beliebigen Höhe aufgehalten werden, und man kann ihn mit rasch aufeinanderfolgenden Schlägen niederdonnern lassen und ihn auch so sanft senken, daß eine darunter gelegte Nuß gerade geöffnet,



Dampfhammer.

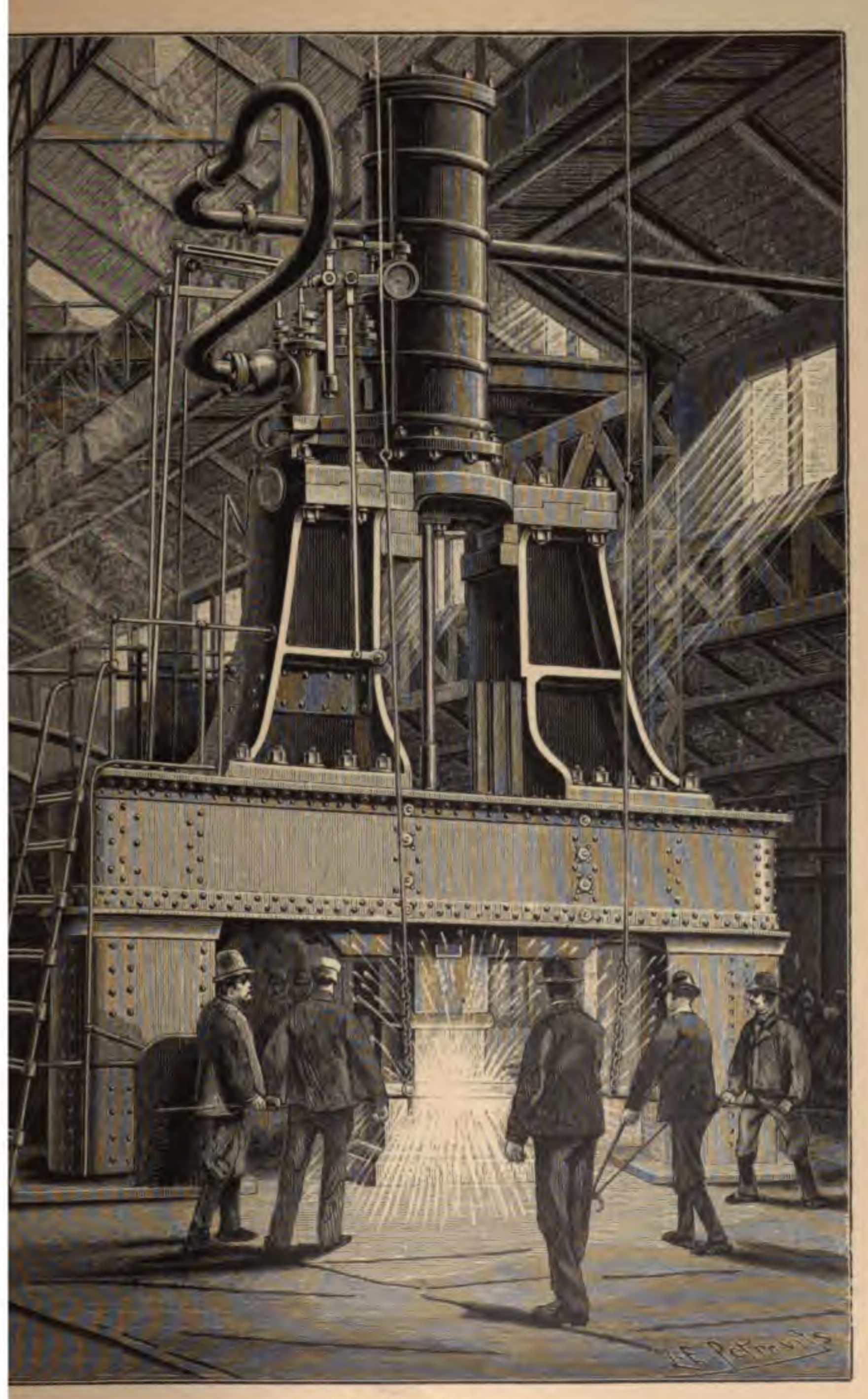
der enormen Temperatur, welcher die Arbeiter ausgesetzt sind. Man war daher mit Erfolg bemüht, den Haupttheil der Arbeit durch die Maschine verrichten zu lassen, indem man den Schmelzherd rotiren läßt, die in einer feststehenden Feuerung entwickelte Flamme durchstreicht denselben auf dem Wege nach dem ebenfalls feststehenden Schornsteine. Man erreicht auf diese Weise eine sehr innige Mischung des Eisens mit der Schlacke und die Arbeiter sind nicht so sehr der strahlenden Wärme des Ofens ausgesetzt.

Sehr bald beginnt dann die chemische Reaction zwischen dem Kohlenstoffe des Eisens und der Schlacke. Flammen von Kohlenoxyd durchbrechen die kochende Masse; endlich sinkt die dünnflüssig gewordene Schlacke durch den entstandenen porösen Eisenschwamm zu Boden und die Eisenkörnchen leuchten mit rother bis weißer Farbe, je nachdem sie mehr dem Eisen oder dem Stahle sich nähern.


Rotirender Puddelofen. Zu Seite 384.

Wenn nun der Arbeiter mit seiner Rührstange einen Brocken loslöst und dann in der Masse fortwälzt, so sammeln sich die Körnchen in der gleichen Weise, wie sich der feuchte Schnee zu Ballen formen läßt, zu einer »Luppe« an, welche herausgenommen und unter dem Dampfhammer vorsichtig zusammengequetscht wird.

Das Princip des Dampfhammers besteht darin, daß der entsprechend große Hammerklotz an der Kolbenstange eines vertical stehenden Dampfcylinders befestigt ist. Tritt nun Dampf unterhalb des Kolbens ein, so wird dieser sammt dem daranhängenden Hammer bis zur höchsten Stelle gehoben. Durch die Umstellung der Steuerung wird dann der Dampfzutritt abgesperrt und der im Cylinder befindliche Dampf kann nun entweichen; die Folge ist, daß nun der Hammer niederfällt und mit einer seinem Gewichte und der Fallhöhe entsprechenden lebenden Kraft den Amboß trifft. Gewöhnlich sind die Dampfhämmer aber so construirt, daß auch das Fallen des Hammers durch den Druck des oberhalb des Kolbens einströmenden Dampfes unterstützt werden kann. Man erreicht hierdurch, daß man mit einem Hammer, dessen Eigengewicht ein relativ geringes ist, Schläge von enormer Wucht ausführen kann. Wie man es aber durch entsprechende Stellung der Dampfzuströmung beziehungsweise Steuerung in der Hand hat, eine Dampfmaschine sehr rasch oder nur ganz langsam laufen zu lassen, so ist dies auch hier der Fall; dem Hammer kann jede beliebige Fallgeschwindigkeit ertheilt werden, er kann in jeder beliebigen Höhe aufgehalten werden, und man kann ihn mit rasch aufeinanderfolgenden Schlägen niederdonnern lassen und ihn auch so sanft senken, daß eine darunter gelegte Nuß gerade geöffnet,



Dampfhammer.

THE NEW
PUB

ei einer Taschenuhr nur das Glas eingedrückt wird, das Werk aber voll- unbeschädigt bleibt. Man vermag also mit Hilfe des Dampfhammers ls so abgestimmte und dem Zwecke angepaßte Schläge zu führen, wie mit urch Menschenkraft bewegten Schmiedehammer, und darin, sowie in der n Kraft, welche entwickelt werden kann, liegt der große Vortheil dieser ung. Die Regulirung eines solchen Ungethüms besorgt ein einziger Arbeiter, seinen Posten auf einem erhöhten Gerüste hat, von welchem aus er das m Ambosse liegende Stück übersehen kann. Auf dem Gerüste befinden sich



Feuerarbeiter mit Ausrüstung (Kneipzangen, Schmelzerstiefeln ꝛc.). Zu Seite 386.

ebel, welche er in solcher Weise dirigirt, daß Schläge von der beabsichtigten ausgeführt werden. Besondere Sorgfalt muß auf die Fundirung eines fhammers verwendet werden. Derselbe bewegt sich in einer sicheren Führung, von dem kräftigen, auf zwei Ständern ruhenden Hammergerüste getragen Muß dieses schon eine sehr solide Basis besitzen, so ist dies in noch höherem bei dem Amboß der Fall, welcher nahezu die volle Wucht aller her- sausenden Stöße und Schläge auszuhalten hat. Er wird zwischen den Ständern auf einem großen Eisenklotze, der »Chabotte«, befestigt, der icität halber ist diese auf eine Holzunterlage gesetzt, welche auf festem Mauer- oder auf Fels ruht. Um zu vermeiden, daß die Erschütterungen des Amboß uch dem Hammer selbst mittheilen, sind die Ständer ganz gesondert von Ambosse fundirt.

Als Erfinder des Dampfhammers ist eigentlich James Watt, dem wir die Dampfmaschine zu verdanken haben, anzusehen, denn schon im Jahre 1784 ließ er sich das Princip des Dampfhammers patentiren. Dieses Project kam jedoch damals nicht zur Ausführung, und zwar einzig und allein aus dem Grunde, da zu jener Zeit die Eisenindustrie noch nicht so weit entwickelt war wie heute und also auch keines solchen Werkzeuges bedurfte. Es genügte damals noch der mit der Hand geschwungene oder durch die Wasserkraft betriebene Hammer. So muß denn Nasmyth in Patricroft bei Manchester als der Erfinder des Dampfhammers gelten, nach dessen Zeichnungen im Jahre 1842 zu Creusot in Frankreich der erste Dampfhammer gebaut wurde.

Nach diesem von Nasmyth angegebenem Systeme, welches wir oben beschrieben haben, werden nun die größten Hämmer gebaut. So besitzt ein Hammer in den weltberühmten Krupp'schen Werken in Essen ein Fallgewicht von 50.000 Kilogramm und eine Fallhöhe von 3 Meter, bei einem Schlage entwickelt er eine Wirkung von 150.000 Kilogrammmetern, daß heißt die Wucht des Schlages würde genügen, um eine Last von 150.000 Kilogramm ein Meter hoch zu heben. Ein anderer, noch größerer Hammer steht zu Creusot, sein Fallgewicht beträgt 80.000 Kilogramm, die Fallhöhe 5 Meter und die Wirkung eines Schlages 400.000 Kilogrammmeter. Die Chabotte wiegt nahezu 800, der ganze Hammer 1280 Tonnen. Vier Krähne, welche zusammen 480.000 Kilogramm zu heben und beliebig zu drehen und zu wenden vermögen, stehen zur Bedienung um den 18·5 Meter hohen und 12 Meter weiten Hammer. So gewaltig diese beiden Hämmer auch sind, so werden sie doch durch jenen Koloß übertroffen, welcher von der Bethlehem Iron Compagny in Pennsylvanien aufgestellt wurde. Das Fallgewicht beträgt hier 113.400 Kilogramm, die Maximalfallhöhe 6 Meter, die Schlaggewalt 680.400 Kilogrammmeter. Angesichts dieser Zahlen dürfen wir nicht staunen, daß, sobald dieser Hammer in Betrieb, die Erde auf weite Umkreise zittert und eine halbe Stunde weit das Dröhnen dem Ohre wahrnehmbar ist. . . .

Doch kehren wir wieder zu der Bearbeitung der dem Puddelofen entnommenen Luppe zurück. Diese wird also unter den Dampfhammer gebracht und zunächst einem gelinden, sich allmählich steigernden Drucke ausgesetzt, was, wie wir gesehen haben, dank der Construction der Dampfhämmer leicht zu erreichen ist. Würde man gleich Anfangs einen starken Schlag auf die Luppe ausführen, so würde diese, da sie ja doch nur zunächst aus einzelnen, nur lose aneinanderhaftenden Brocken besteht, auseinanderfliegen. Durch den sanften Druck wird aber zunächst die Schlacke ausgequetscht und werden die einzelnen Theilchen aneinandergeschweißt. Erst wenn dies erreicht ist, schreitet man unter kräftigen Schlägen und kunstgerechtem Wenden des Klumpens, der von einer mächtigen, an einem Krahne aufgehängten Zange, welche mehrere Arbeiter dirigiren, getragen wird, zum definitiven Gestalten der Form.

Wurde nun durch das Hämmern das Eisen in eine vierseitige, prismatische Form gebracht, so gelangt es, eventuell nachdem es in einem Flammofen nochmals erhitzt wurde, zu den Walzwerken, um immer enger gestellte Walzen



In einem Schienenwalzwerke. Zu Seite 388.

zu passiren, wodurch sich der Querschnitt des gewalzten Stückes fortschreitend verringert. Die ersten Walzencaliber sind gewöhnlich, um das dicke Stück leichter zu fassen und einzuziehen, mit gekreuzten Furchen versehen. Da die Walzen durch

auffließendes Wasser gekühlt werden, fallen auch Tropfen auf das glühende Walzstück herab, auf welchem sie sich nach dem Leidenfrost'schen Phänomen erhalten, sie schwimmen nämlich gewissermaßen auf einer Dampfschichte, welche sie vor der directen Berührung mit der glühenden Masse bewahrt; nach und nach werden sie immer kleiner. Kommen nun diese Tropfen unter die Walzen, so werden sie plötzlich an das glühende Stück angepreßt und die dann eintretende momentane Verdampfung verursacht Explosionen, welche in der Stärke einem Pistolenschusse gleichen.

Handelt es sich um die Herstellung besserer und feinerer Walzwaaren, so werden die nach dem Passiren der Walzen erhaltenen Walzbarren mittelst mächtiger, durch Dampfkraft bewegter Scheeren zerschnitten und aus den Stücken dann nach bestimmten Regeln Pakete aufgebaut, welche mittelst Bandeisen zusammengehalten und dann in einem Schweißofen zur hellen Orangegluth erhitzt werden. Haben sie diese Temperatur angenommen, so werden sie abermals unter die Walzen gebracht und verlassen diese dann, da ihnen durch die Walzen auch das endgiltige Profil ertheilt wird, als Schienen, Rundstäbe, Flachstäbe, T-förmige Träger u. s. f.

Besonders interessant ist der Vorgang in einem Schienenwalzwerke. Die Walzen sind in einem großen Saale in einer Reihe aufgestellt, und die aus den gewöhnlich tiefer liegenden Schweißöfen herausgeholten mächtigen glühenden Blöcke werden zunächst auf Rollen nach dem ersten Walzensysteme geschleift, nach dessen Passirung sie nur wenig gestreckt auf Rollen eine kurze Strecke fortgleiten. Aber schon stehen Arbeiter bereit, welche den glühenden Block mittelst großer Zangen packen und ihn nach dem zweiten Walzenpaare schleifen, gleichzeitig wird die Rotationsrichtung der Walzen umgekehrt, so daß sie nun den Block, ohne daß er neuerdings hinter die Walzen gebracht werden muß, zu fassen vermögen. Hat er die zweiten Walzen durchlaufen, so ist er schon wesentlich schlanker, dafür aber ein gutes Stück länger geworden. In gleicher Weise wird er von dem dritten Systeme erfaßt, nun nähert sich der Querschnitt des Stückes schon mehr dem einer Eisenbahnschiene, doch ist der Durchmesser noch weit größer. So schießt die glühende Masse gleich einer Schlange hin und her, bis endlich die fertige Schiene im glühenden Zustande das letzte Walzenpaar verläßt. Sie wird nun auf weiteren, im Boden halb versenkten eisernen Walzen transportirt, gerade gerichtet und gelangt zwischen zwei Circularsägen, welche der Schiene die gewünschte Länge ertheilen. Das Abschneiden derselben ist ein unvergleichlich schöner Anblick, wie bei einem Feuerwerke sprühen die Funken umher, während ein eigenthümlich kreischendes Geräusch, hervorgerufen durch das Eindringen der Säge, die Luft erfüllt. Schließlich werden noch die erforderlichen Löcher in die Schiene, welche zur Befestigung derselben dienen, gestanzt, der Stempel des Walzwerkes aufgedrückt, und nun wird die Schiene auf einer ebenen Unterlage erkalten gelassen. Es ist unvermeidlich, daß die auf diese Weise hergestellten Schienen noch geringe Ungleichheiten zeigen, diese werden dann mittelst Pressen ausgeglichen, so daß jedes Stück vollkommen gerade ist.

Hat der Block die ersten Walzen passirt, so wird schon ein zweiter in diese eingezogen, nach ihm ein dritter u. s. f., so daß schließlich durch einige Zeit stets alle Walzenpaare fortlaufend in Thätigkeit sind. Dies währt so lange, bis eine Charge fertig ist. Dann tritt eine Pause ein, welche theils zur Anwärmung neuer Blöcke im Schweißofen dient, theils aber auch dazu bestimmt ist, den Arbeitern Erholung von ihrer so überaus anstrengenden Thätigkeit zu gewähren. Es ist keine Kleinigkeit und erfordert große Uebung, die glühenden Stücke rasch und in der richtigen Lage den Walzen zuzuführen.

Der Antrieb der Walzenpaare erfolgt durch eine Dampfmaschine, die Einschaltung der Walzen, das Ausschalten derselben und das neuerliche Inbewegungsetzen derselben in umgekehrter Richtung besorgt ein Arbeiter, welcher seinen Standpunkt auf einer erhöhten Plattform hat, von der aus er alle Walzen zu überblicken vermag. Ein Zug an einem Hebel genügt, um die Walzen zum Stillstande zu bringen oder sie anlaufen zu lassen. Ist das Walzwerk im Gange, so vernimmt das Ohr ein für den Anfang betäubendes und sinnverwirrendes, donnerähnliches Poltern, welches man aber bald gewöhnt und nun mit Bewunderung sieht, wie rasch der Anfangs ungefüge Block die Gestalt der zierlichen und schlanken Eisenbahnschiene annimmt....

Zur Herstellung von Blech dienen ebene Walzen, welche nach jedem Durchgange des Paketes enger gestellt werden. Feine Bleche werden zunächst zu Paketen vereinigt, kalt durchgewalzt, und passiren zuletzt einzeln Hartgußwalzen mit hochpolirter Oberfläche, um sie vollständig zu glätten und für das nachträgliche Verzinnen oder Verzinken vorzubereiten.

Wie mächtig der dabei von den Walzen ausgeübte Druck ist, läßt sich daraus ersehen, daß selbst weiche Gegenstände, wie beispielsweise das Muster einer Spitze oder die Textur eines Blattes vollkommen und mit allen Einzelheiten auf das Blech übertragen werden, wenn man einen solchen Gegenstand mit dem Bleche die Walzen passiren läßt.

In dem Maße jedoch, als das Blech — und auch der Eisenstab, wenn er den Drahtzug passirt — immer mehr zusammengepreßt wird, nimmt aber auch die Härte zu, und bald wird eine Grenze erreicht, bei welcher es ohne vorhergehendes Weichmachen nicht mehr möglich ist, das Eisenblech noch dünner auszuwalzen oder den Draht noch mehr auszuziehen. Man macht daher die Bleche glühend und läßt sie dann langsam erkalten, wodurch sie die Härte verlieren und wieder geschmeidig werden.

Soll Draht hergestellt werden, so werden ausgewählte, fehlerfreie, kurze, dicke Stäbe zunächst stark erhitzt und dann in Walzen gestreckt. Ist die Streckung genügend weit vorgeschritten, so werden sie durch das Zieheisen gezogen. Dieses besteht aus einer Platte, in welcher die aus dem härtesten Stahle verfertigten, etwas konisch gebohrten Ziehlöcher eingesetzt sind, die Dimensionen derselben nehmen langsam ab. Nach fünf bis sechs Zügen muß nun das Ausglühen und

Abbeizen des entstandenen harten Glühspahnes mittelst verdünnter Schwefelsäure vorgenommen und beim Ziehen auch das Eisen durch Talg geschmiert werden. Letztere Operation bezweckt hauptsächlich die Verminderung der Abnützung der Ziehlöcher; dies wird vielfach auch in der Weise erreicht, daß man den Eisendraht, indem man denselben durch eine Lösung von Kupfervitriol führt, an der Oberfläche mit einer dünnen Kupferlage überkleidet, welche wesentlich weicher ist, als das darunterliegende Eisen.

Das werthvollste und wichtigste Glied der Eisenfamilie ist ohne allen Zweifel der Stahl, jene Eisensorte, welche etwas mehr Kohlenstoff enthält als das Schmiedeeisen, aber weniger als das Roheisen. Während die Stahlsorten mit geringerem Kohlenstoffgehalte in Bezug auf ihre Schmiede- und Schweißbarkeit noch dem Schmiedeeisen ähnlich sind, entbehren die kohlenstoffreicheren der Schweißbarkeit, sind aber leichter zu schmelzen, und zwischen dem kohlenstoffreichsten, dem »wilden« Stahl und dem weißen Roheisen ist kaum eine bestimmte Grenze zu ziehen.

Guter brauchbarer Stahl kann nur aus reinen Materialien erzeugt werden. Während Schmiedeeisen durch geringe fremde Beimengungen, wie Kupfer, besonders aber Schwefel und Phosphor, nur wenig an Festigkeit einbüßt, und besonders das graue Roheisen durch diese Stoffe fast nichts an seiner Brauchbarkeit verliert, wird der Stahl durch dieselben schon sehr geschädigt, dagegen steigert eine Zunahme des Kohlenstoffgehaltes unter sonst gleichen Umständen nur seine Härte. Will man empirisch zwischen Stahl und Eisen unterscheiden, so bedient man sich der Härtprobe. Wird nämlich Stahl glühend gemacht und rasch abgekühlt, so wird er so hart, daß er am Feuersteine Funken reißt, während gewöhnliches Eisen nicht so hart wird.

Der Kunst, auf diese Weise Eisen beziehungsweise Stahl zu härten, wird schon in der Odyssee Erwähnung gethan. An jener Stelle, an welcher geschildert wird, wie Odysseus den Polyphem blendet, indem er ihm einen glühenden Pfahl in sein einziges Auge stößt, um sich und seine Gefährten aus der Gefangenschaft zu befreien, heißt es, daß das ausgebrannte Auge des Riesen zischt:

> »Wie wenn ein kluger Schmied die Holzaxt oder das Schlichtbeil
> Aus der Eff' in den kühlenden Trog, der sprudelnd emporbraust,
> Wirft und härtet; denn dieses erhöht die Kraft des Eisens.«

Gehärteter Stahl besitzt eine weiße Farbe, wird er in Säuren gelöst, so zeigt sich, daß er, in gleicher Weise wie das weiße Roheisen, allen Kohlenstoff in Verbindung mit dem Eisen, also als Eisencarbid, enthält, und nicht etwa als Graphit. Denn wäre das letztere der Fall, so müßte der Kohlenstoff nach dem Lösen als schwarzes, krystallinisches Pulver hinterbleiben, so entweicht er aber in Form von Gasen, von höchst übelriechenden Kohlenwasserstoffen. Läßt man den gehärteten Stahl nach dem Erhitzen langsam erkalten, so ist seine Farbe grau, er hinterläßt nach dem Lösen in Säuren Graphit und ähnelt in seiner Weichheit auch dem grauen

heisen. Er ist gewissermaßen ein sehr reines halbirtes Roheisen, welches aber, den Wechsel zwischen grau und weiß, zwischen weich und hart hervorzurufen, t erst des Schmelzens und Abschreckens beim Gusse bedarf, sondern diese Umndlung schon durch das Erhitzen und Abkühlen erfährt. Als weiteres, sehr entliches Moment ist aber hervorzuheben, daß hartgemachter, sogenannter glaster Stahl, welcher selbst das Glas ritzt, oder doch so spröde ist, wie dieses, h langsames Anwärmen alle Grade der Härte durchläuft, während er gleichg an Elasticität und Zähigkeit gewinnt. Auf blank gefeilten oder geschliffenen chen tritt dabei eine Reihe glänzender prismatischer Farben von gelb bis warzblau auf, welche vortrefflich zur Erkennung des erreichten Elasticitätsgrades nen und wahrscheinlich durch Bildung sehr dünner Oxydulschichten hervorgerufen den, welche, analog der dünnen Schichte der Seifenblase, das Licht zur Internz bringen, wodurch diese Farben entstehen. Salzlösungen, verdünnte Säuren Quecksilber, also Flüssigkeiten von größerem Wärmeleitungsvermögen als das sser, härten mehr als dieses, Oele, Wachs, Seife u. s. f. dagegen weniger. Schon nius erwähnt, daß man feinere Instrumente in Oel ablösche, da sie durch Wasser spröde würden.

Jeder Anlauffarbe entspricht eine bestimmte Temperatur, und für verschiedene genstände wird, je nach ihrem Zwecke, eine verschiedene Härte gewählt und selben die betreffende Anlauffarbe ertheilt. Eine Uebersicht hierüber giebt folgend sammenstellung:

Temperatur:	220°	230°	255°	265°
Farbe:	Blaßgelb	Strohgelb	Braun	Braun mit Purpurflecken
Anwendung:	Chirurgische Instrumente.	Rasirmesser, Federmesser, Grabstichel.	Scheeren, Meißel.	Aexte, Hobeleisen, Taschenmesser.
Temperatur:	277°	288°	293°	316°
Farbe:	Purpur	Hellblau	Dunkelblau	Schwarzblau
Anwendung:	Tischmesser	Säbelklingen, Uhrfedern.	Feine Sägen, Bohrer, Rapiere, Dolche.	Stichsägen, Handsägen.

Die Gegenstände bleiben umso härter, je weniger hoch man sie beim Anufen erhitzt hat. Da man aber im Stande ist, dem Stahle selbst eine so verhiedene Härte zu ertheilen, so läßt sich auch weicherer Stahl mit Werkzeugen aus artem Stahle bearbeiten. So werden beispielsweise die Münzstempel aus weichemachtem Gußstahl mit harten Grabsticheln erhaben geschnitten. Härtet man sie ann und läßt sie nur wenig an, so kann man sie durch starken Druck in weichem ußstahl abdrücken und diese Umkehr von weich in hart, von Urstempel, Matrize nd Patrize so oft vollziehen, bis man die nöthige Anzahl der eigentlichen verieften Münzstempel erhalten hat, welche alle bis in die kleinste Einzelheit unterinander übereinstimmen. Auf diese Weise ist es den Münzwerkstätten leicht, Millionen ollkommen identischer Münzen zu liefern, trotzdem man mit einem Stempel höchstens

10—20.000 Münzen prägen kann, da eben alle Prägestempel von einem einzigen, durch die Hand des Künstlers hergestellten Originalstempel abstammen.

Guter Stahl muß vollkommen frei von allen schädlichen Beimengungen, wie Schwefel und Phosphor, sein, da die hierdurch bedingten höchst nachtheiligen Eigenschaften des Rothbruches, das ist Sprödigkeit im heißen Zustande, und des Kaltbruches, das ist Sprödigkeit bei gewöhnlicher Temperatur, sich dann besonders geltend machen. Wird diese Bedingung aber erfüllt, so kann man guten Stahl entweder aus dem Erze selbst oder durch Reduction und schwache Kohlung (Rennstahl) oder aus Roheisen durch Entziehung des überschüssigen Kohlenstoffes, bis er dem Stahle entspricht (Frischstahl, Puddelstahl, Bessemerstahl), oder aus dem Stabeisen durch Zufuhr von Kohlenstoff herstellen. Wird das Stabeisen dabei nicht geschmolzen, sondern nimmt es den Kohlenstoff aus pulverförmiger Kohle auf, in welcher es eingebettet und durch längere Zeit glühend erhalten wird, so erhält man den vorzüglichsten Cementstahl.

Stabeisen läßt sich am leichtesten vollkommen rein darstellen, und es wird ihm auch durch die zum Einpacken verwendete Holzkohle keine nachtheilig wirkende Substanz zugeführt; dieser Cementationsproceß wird durch die Eigenschaft des Eisens ermöglicht, bei höherer Temperatur für Gase durchdringlich zu werden. Indem nun aus der Kohle Kohlenoxyd entsteht, vermag dieses bei Glühhitze in das Eisen einzudringen, welches dann den Kohlenstoff aufnimmt. Um Glühstahl zu erzeugen, wird Roheisen, welches in Form von Stäben gegossen wurde, in Eisenoxyd verpackt und geglüht, das Eisenoxyd giebt dann an den im Ueberschusse vorhandenen Kohlenstoff Sauerstoff ab, wodurch dieser verbrannt wird. Läßt man diesen Proceß nur kürzere Zeit andauern, so wird das Eisen nur an der Oberfläche in Stahl verwandelt, man macht von diesem Verhalten vielfach zur Herstellung von Werkzeugen Anwendung, wenn diese eine harte Oberfläche mit genügender Zähigkeit und Elasticität des Innern verbinden sollen.

Alle diese Cementationsprocesse sind jedoch mit dem Uebelstande behaftet, daß es nicht möglich ist, dem cementirten Materiale eine an allen Stellen gleichförmige Beschaffenheit zu ertheilen; selbst bei dem Frisch- und Puddelstahle ist eine vollkommene Homogenität nur sehr schwer, wenn überhaupt zu erreichen. Man wendet daher zum Zwecke der Raffinirung des Rohstahles zu Feinstahl andere Processe an, wie den Gerbeproceß, oder man schmilzt den Stahl in feuerfesten Tiegeln um.

Das Gerben des Stahles besteht darin, daß die sogenannten Rohschienen zerschnitten, in Pakete zusammengelegt und gestreckt werden, ein Vorgang, der je nach den Verhältnissen nur einmal oder aber mehrmals wiederholt wird, jedenfalls wird er so lange fortgeführt, bis alle Ungleichheiten des Materiales verschwunden sind. Werden zwischen die Stahlstäbe Stäbe aus weichem Eisen eingelegt, und dann das Strecken nach gewissen Regeln unter gleichzeitigem Verdrehen und Zusammenwirken der Stäbe durchgeführt, so erhält man den sogenannten Damast-

stahl, auf welchem, wenn blankgefeilte Stellen mit Scheidewasser geätzt werden, zierliche Zeichnungen hervortreten, in denen die Stahltheile mit weißer Farbe, die Eisentheile durch abgelagerten Kohlenstoff schwärzlich beziehungsweise dunkler erscheinen.

Die berühmten Damascenerklingen zeigen unter diesen Umständen äußerst feine und zierliche Zeichnungen. Sie werden aus dem indischen Wootzstahle dargestellt, dieser wird erhalten, indem sehr reines Eisen in kleinen Stücken mit Holz von Cassia auriculata und zwei großen Windenblättern zusammen in einen Tiegel gebracht, und der Deckel desselben gut mit Lehm verstrichen wird. Dann werden



Geschoßgießerei. Zu Seite 394.

mehrere solcher Tiegel in einen Gebläseofen gesetzt und so stark erhitzt, daß die äußere stahlartige Schicht zu schmelzen beginnt, während der innere Theil nur teigartig wird. Das Product wird dann wiederholt ausgeschmiedet und bildet endlich ein inniges Gemisch von kohlenstoffärmerem und kohlenstoffreicherem Eisen, welches sehr elastisch ist und im gehärteten Zustande durch Anätzen mit Säuren wellige oder adernförmige Figuren zeigt.

Wird der Schmelzproceß mit ausgesuchtem und sortirtem Stahlmateriale in Tiegeln im Coaksfeuer durchgeführt, so erhält man den hochfeinen **Gußstahl**, der zur Herstellung der besten Werkzeuge dient. Bekannt ist die im größten Style angelegte Gußstahlfabrik von **Krupp** in Essen, in welcher beispielsweise die größten, zur Küstenvertheidigung bestimmten Positionsgeschütze aus solchem Gußstahl gegossen werden. Blöcke von 1000 Centnern und darüber werden in Sandformen ebenfalls aus einzelnen Tiegeln zusammengegossen. Bedenkt man nun, daß ein

solcher Tiegel höchstens 30—35 Kgr. Stahl faßt, so läßt sich leicht überblicken, welch große Anzahl solcher Tiegel, Oefen und Arbeiter erforderlich ist, um einen solchen schweren Stahlblock aus einem Gusse darzustellen. Denn während sich die Form füllt, darf das Entleeren der einzelnen Tiegel niemals ins Stocken gerathen, und dies kann nur durch die exacte, beinahe militärische Schulung der das Gießen besorgenden Arbeiter erreicht werden. Der fertige Block wird dann mit riesigen Krahnen ausgehoben; damit in seinem Inneren keine Spannungen entstehen, muß er sehr langsam unter einer Schichte glühender Kohlen abkühlen und dann noch mittelst gewaltiger Dampfhämmer ausgeschmiedet werden, um endlich durch Bohren und Drehen die Kanonenform zu erhalten.

Die großen Gußstahlgeschütze werden jetzt meistens aus einzelnen übereinandergezogenen Ringen aufgebaut, am Boden, wo der Druck der Pulvergase am meisten zur Wirkung kommt, erhalten sie die größte Wandstärke. Das Kernrohr wird durch Ausbohren und Abdrehen hergestellt. Der folgende geschmiedete Ring wird immer um ein geringes im inneren Durchmesser enger gehalten als der äußere Durchmesser des Kernes ist. Nur durch den Kunstgriff, daß man den Ring erwärmt, wodurch er sich ausdehnt, gelingt es dann, ihn mittelst hydraulischer Pressen über das Kernrohr bis auf seinen Platz zu schieben. Kühlt er sich dann ab, so umschließt er mit unlösbarer Gewalt das innere Rohr und bildet mit diesem ein untrennbares Ganze.

Steht ein Geschütz, welches auf diese Weise hergestellt wurde, längere Zeit in Verwendung, so zeigt nur das Kernrohr eine Abnützung, während die dieses umgebenden Theile vollkommen intact bleiben. Trotzdem mußten aber solche Geschütze, welche »ausgeschossen« waren, gänzlich umgearbeitet werden, und nur das Materiale derselben konnte neuerlich Verwendung finden. Es lag daher der Gedanke nahe, ein Verfahren zu ersinnen, welches es gestattet, nur das Kernrohr auszuwechseln. Die Lösung dieses Problems gelang nach dem gleichen Principe wie das Aufziehen der Verstärkungsringe über das Kernrohr: man kühlte das letztere mittelst flüssiger Kohlensäure auf 30—40° unter Null ab, wodurch es sich zusammenzog, erweiterte von Außen die Ringe durch Erwärmung und konnte nun letztere abstreifen.

So interessant diese wichtigen Verfahren der Stahlbereitung sind, so müssen sie doch gegen die Massenhaftigkeit und Leichtigkeit der Production zurücktreten, welche die modernen Processe, das Bessemer-Thomas- und Martin-Siemensverfahren, ermöglichten.

Besonders der Bessemerproceß, im Jahre 1856 von H. Bessemer in England erfunden, rief eine wahre Revolution auf dem Gebiete der Stahlerzeugung hervor. Denn während früher große Stücke, wie beispielsweise Dampferwellen, nur durch das umständliche Paketiren und Zusammenschweißen hergestellt werden konnten, war es nun möglich, dieselben zu gießen. Dieses Verfahren ist dadurch charakterisirt, daß in einem beweglichen Apparate von großem Fassungs-

raume, der Birne oder dem Converter, durch flüssiges Roheisen, welches entweder im Cupol- oder Flammofen umgeschmolzen oder direct dem Hochofen entnommen ist, stark gepreßte Gebläseluft in dünnen Strahlen getrieben wird, wobei die bei dem hierdurch eingeleiteten Oxydationsprocesse (Frischen) erforderliche Temperatur von 1800—2000°, dank welcher die Masse flüssig bleibt, hauptsächlich durch das verbrennende Silicium, Eisen und Mangan, weniger durch verbrennenden Kohlenstoff unterhalten wird. Die Oxydation des Kohlenstoffes und der anwesenden fremden Stoffe erfolgt weniger durch den Sauerstoff der Gebläseluft, als durch oxydirtes Eisen. Es entwickelt bei der Verbrennung ein Kilogramm Silicium 7830, Kohlenstoff bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd 2473, Eisen bei der Verbrennung zu Oxydul 1352 und Mangan eine etwas größere Menge Wärmeeinheiten. Von der erzeugten Wärme geht ein Theil auf den Stickstoff der Verbrennungsluft und die Verbrennungsproducte — Kieselsäure, Eisen- und Manganoxydul u. s. w. — verloren, erst der Rest kommt dem Eisenbade zu Gute. Zur Erzeugung der erforderlichen Temperatur müssen diese Elemente in hinreichender Menge vorhanden sein, sowie auch große Eisenmengen, Chargen von 5000—10.000 Kgr., welche stark überhitzt sind und rasch verarbeitet werden können, um den durch Ausstrahlung bedingten Wärmeverlust nach Möglichkeit zu vermindern.

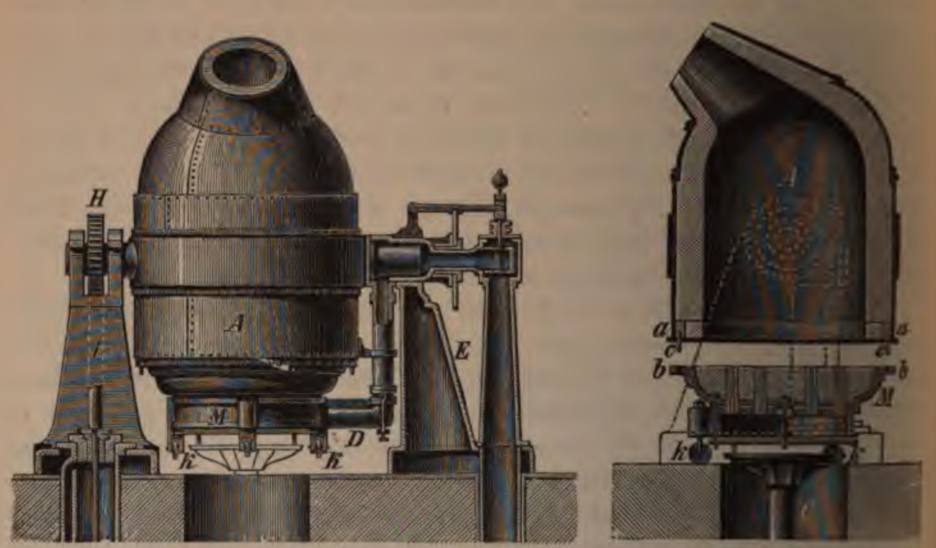
Die ersten Versuche, welche Bessemer mit diesem Verfahren anstellte, ergaben jedoch ein negatives Resultat, denn das Product, welches erhalten wurde, war grobkörnig-krystallinisch und zerbrach sehr leicht. Das Eisen war, wie man es schon früher bei unvorsichtigem Schmieden beobachten konnte, gründlich verbrannt, es war Oxyd mit dem Metall vermengt, wodurch nicht nur der Zusammenhang, sondern auch die Festigkeit gestört ward.

Erst als Bessemer einerseits das reinste, Schwefel und Phosphor nur in sehr geringer Menge enthaltende, dafür aber sehr siliciumreiche Roheisen, und zwar in großen Massen, anwendete, und dann nur so lange Luft durchtrieb, daß noch etwas Kohlenstoff unverbrannt hinterblieb oder besser das reine fertige Eisen durch Zusatz von reinem Spiegeleisen wieder mit der erforderlichen Menge Kohlenstoff versah und gleichzeitig durch den Mangangehalt des letzteren jede Spur von Eisenoxyd entfernte, erhielt er das eminent brauchbare Bessemermetall, das je nach dem Zweck, welchem es dienen soll, mehr oder weniger gekohlt wird. Man kann demnach mit der gleichen Berechtigung sowohl vom Bessemereisen als auch von Bessemerstahl sprechen; früher unterschied man sieben verschiedene Sorten, deren Gehalt an Kohlenstoff allmählich von 0·25 bis auf ungefähr 1·0 Procent anstieg. Sehr gut gewählt ist auch der Ausdruck »Flußeisen«, indem in der That hier zuerst neben dem aus einzelnen Körnchen zusammengeschweißten Eisen geflossenes Eisen zur Anwendung kam, welches vollkommen frei von Schlacken und durchwegs von gleichartiger Beschaffenheit war.

Eine Bessemeranlage erfordert einen gewaltigen, complicirten Apparat; denn es müssen hier bedeutende Massen rasch und sicher bewegt werden; das

Bessemern ist überhaupt ein Verfahren, welches ausschließlich für die Massenproduction bestimmt ist.

Die zur Ausführung des Bessemerprocesses bestimmten Converter (siehe die Abbildungen) sind aus zwei Stücken zusammengesetzt; das untere derselben M ist ein beckenförmiges Gefäß aus Gußeisen, welches die Düsen, durch welche die Luft einströmt, enthält, diese werden von dem Windkasten umschlossen. Im Innern ist dieses Stück mit feuerfestem Thone ausgekleidet und wird durch hydraulische Pressung mittelst des Kolbens C an den unteren Rand der Retorte A angepreßt. Um einen festen Verschluß zu erzielen, sind die Eisenringe a und b



Bessemerbirne. Zu Seite 396. Bessemerbirne im Durchschnitte. Zu Seite 396.

angebracht, welche durch die Bolzen c unter Anwendung eines geeigneten Kittes fest aneinandergedrückt werden. Die Rädchen k sind nach allen Seiten frei beweglich und haben den Zweck, den Boden der Retorte, welcher am meisten mitgenommen wird, leicht ab- und zuführen zu können. An der Seite des Windkastens befindet sich das Ansatzrohr D, an welches sich das Windrohr anschließt.

Der Körper der eigentlichen Birne ist aus starkem Kesselbleche verfertigt, und im Innern mit Quarzziegeln oder gestampftem Ganister, d. i. schieferigem Quarzsand, ausgekleidet. Sie hängt an zwei Zapfen, um welche sie durch das Zahnrad H gedreht werden kann, das Roheisen wird, nachdem durch eingeschütteten glühenden Coaks das Futter stark angewärmt ist, im geschmolzenen Zustande durch eine Rinne in den Hals der Birne fließen gelassen, worauf sie aufgerichtet und das Gebläse angelassen wird.

Es beginnt nun der eigentliche Bessemerproceß, welcher einen unvergleichlich schönen Anblick durch die dabei auftretenden Feuererscheinungen und durch die

Eleganz und Leichtigkeit, mit welcher sich die Bewegungen, das Heben und Senken der Birnen, das Entleeren derselben u. s. f., vollziehen, gewährt. Unter starker Wärmeentwickelung werden zunächst Silicium und Mangan, sowie ein Theil des Eisens oxydirt, die Temperatur steigt dabei so hoch, daß das Eisen flüssig bleibt, man wendet daher mit Absicht ein siliciumreiches Roheisen an, da das Silicium bei der Verbrennung eine größere Wärmemenge entwickelt als Mangan und Eisen. Zu gleicher Zeit geht der im Roheisen als Graphit vorhandene Kohlenstoff in gebundene Form über und es entsteht eine kieselreiche Schlacke, welche ihre Kieselerde aus der Thonbekleidung der Birne entnimmt. Wenn diese erste Periode

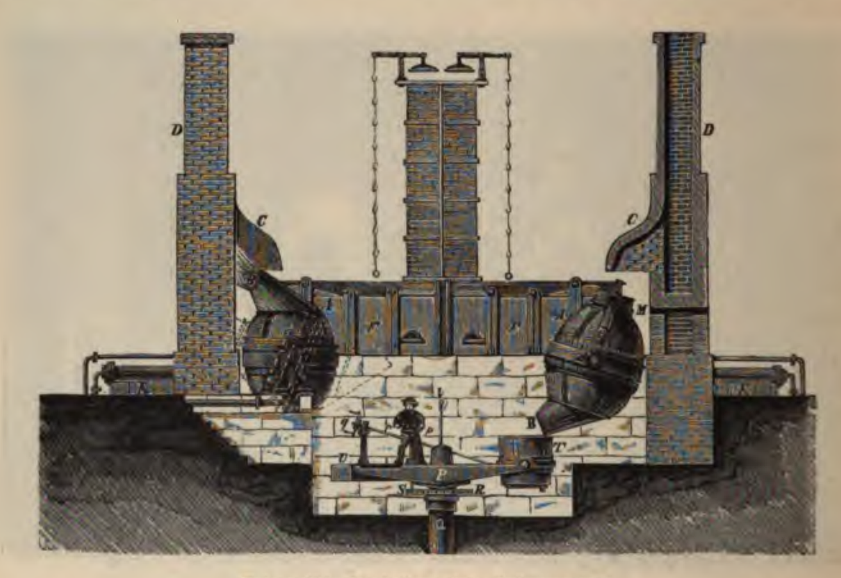


Bessemerwerk. Zu Seite 397.

beendet ist, zeigt sich am Halse der Birne eine gespitzte orangegelbe Flamme mit blauen Streifen und blauem Saume. Sodann tritt die Kochperiode ein, indem die eisenoxydhaltige Schlacke den Kohlenstoff des gefeinten Eisens unter Aufwallen und Bildung von Kohlenoxyd oxydirt. Dabei werden Schlacken und Eisentheilchen aus dem Halse der Birne geworfen und eine stark leuchtende, stoßweise flackernde Flamme, mit Eisenfunken untermischt, tritt auf, welche immer reichlicher Sternchen und Funken von verbrennendem Eisen entwickelt und zuletzt aufhört. Nun wird die Birne geneigt, wobei sich bei den neueren Constructionen in der Regel das Gebläse automatisch abstellt, und das Metall und die Schlacke auf ihre Beschaffenheit geprüft. Die Metallkörnchen müssen sich leicht abplatten lassen, die Schlacke zeigt eine braungelbe Farbe mit schwarzer glänzender Oberfläche. Je nach der Qualität des Productes, welches erhalten werden soll, wird nun mehr oder weniger geschmolzenes Spiegeleisen oder eine noch weit manganreichere Legirung von Eisen,

das Ferromangan, zugegeben, einen Moment lang zur Mischung aufgerichtet, wobei automatisch das Gebläse wieder in Function tritt, und endlich der blau leuchtende Metallstrom durch weiteres Neigen der Birne in die mit Thon ausgekleidete Gußpfanne entleert, aus welcher dann durch Heben eines Zapfenventiles die im Kreise aufgestellten prismatischen Ingotsformen gefüllt werden.

Die Bewegung dieser enormen Massen erfolgt mittelst Wasserdruck, und wird durch einen einzigen Vorarbeiter besorgt, welcher auf einer erhöhten Plattform steht und die dort befindlichen Ventile der Hydraulik öffnet und schließt. Ohne diese hydraulischen Krahne, welche nach dem Principe der hydraulischen Presse



Schematische Darstellung einer Bessemeranlage.

A Bessemerbirnen (Converter). B Mündungen der Converter. C Essen für die Converter. D Schlote. F Cupolöfen. P Gußpfanne. T Ingotsform. Zu Seite 397.

wirken, würde die Handhabung dieser gewaltigen Apparate sehr schwierig sein. Die Wasserdruckpumpen arbeiten continuirlich, sie heben mittelst des eingepumpten Wassers einen sehr stark belasteten Accumulatorkolben, der nun durch seine Last das Wasser unter hohem Drucke in die verschiedenen hydraulischen Pressen sendet, welche das Heben und Senken bewirken. Vollkommene technische Einrichtungen, sorgfältige Ueberwachung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Rohmateriales, des Processes und des Endproductes zeichnen den Bessemerproceß vor vielen älteren Verfahren aus. Nur besitzt er einen Uebelstand: er erfordert ein vorzügliches siliciumreiches Roheisen, und das viel billigere weiße, phosphorhaltige Roheisen konnte nicht verarbeitet werden. Hier hat aber Gilchrist-Thomas die Wege gezeigt, um auf ebenso einfache als billige Weise auch solches Materiale zu verarbeiten. Zum Unterschiede von dem älteren Bessemerproceß, bei welchem ein

kieselsäurereiches Materiale zur Auskleidung der Birne dient, und welcher daher auch als »saurer Proceß« bezeichnet wird, kommt bei dem Verfahren von Thomas ein basisches Birnenfutter (Magnesit oder Dolomit) zur Verwendung, weshalb man dieses auch als »basischen Proceß« bezeichnet, ferner wird auch Kalk zugegeben.

Bei Ausführung des sauren Processes ist es das Silicium, welches bei der Verbrennung die erforderliche Temperatur, um das Eisen flüssig zu erhalten, liefert, bei dem basischen Processe dagegen übernimmt diese Rolle für ein billigeres, siliciumärmeres, halbirtes oder weißes Roheisen mit 3—3·5 Procent Kohlenstoff der Phosphor, wenn er in ausreichender Menge vorhanden ist, er ergiebt 5760 Wärmeeinheiten. Derselbe verbrennt während des Durchblasens der Luft zu Phosphorsäure. In einem mit saurem Futter ausgekleideten Converter bleibt diese aber frei und wird durch das überschüssige Eisen immer wieder zu Phosphor reducirt, der also nicht abgeschieden werden kann. Dies ändert sich aber sofort, sobald ein basisches Futter zur Anwendung gelangt, welches aus scharf gebranntem Magnesit oder einer teigigen Masse aus gebrannter Magnesia und dickem Steinkohlentheer hergestellt wird, letzterer verkohlt beim Ausglühen. Außerdem setzt man, um das Futter zu schonen, größere Mengen von gebranntem Kalke zu. Dieser sowie das basische Futter binden nun die entstehende Phosphorsäure zu einer eigenthümlichen Verbindung, dem Calciumtetraphosphat, aus welcher durch das Eisen der Phosphor nicht mehr abgeschieden wird, und es resultiren sehr weiche Flußmetalle mit einem nur geringen und vollkommen unschädlichen Phosphorgehalte und Spuren von Silicium.

Das Thomaseisen hat dem Bessemereisen gegenüber schon ein bedeutendes Uebergewicht erlangt; phosphorhaltiges Thomaseisen ist im Hochofen billiger herzustellen, als das nur mit größerem Coaksaufwande zu gewinnende siliciumreichere phosphorarme Roheisen und auch die Anfangs bedeutenden Schwierigkeiten der basischen Ausfütterung der Birnen sind als überwunden zu bezeichnen. Nur bei Verarbeitung phosphorfreier, eisenreicher Erze wird sich die Anwendung des alten Bessemerverfahrens empfehlen.

Der Thomasproceß bedeutet aber nicht nur einen äußerst wichtigen Fortschritt auf dem Gebiete des Hüttenwesens, sondern war auch für die Landwirthschaft von größtem Werthe, da die bei diesem Processe abfallende phosphorreiche Schlacke, die Thomasschlacke, ein künstliches Düngemittel von ausgezeichneten Eigenschaften liefert, welches berufen erscheint, der großen Menge, in welcher es gewonnen wird, und des verhältnißmäßig billigen Preises wegen einen hervorragenden Platz auf dem Düngermarkte einzunehmen und denselben auch thatsächlich schon einnimmt. Die höheren Kosten, welche aus der öfter nöthigen Erneuerung des basischen Futters erwachsen, werden durch die eminente Verwerthbarkeit dieses gesuchten Nebenproductes und durch den billigen Preis des phosphorhaltigen Roheisens mehr als gedeckt, und der sonst in gleicher Weise erhaltene Thomasstahl kann mit dem Bessemerstahl an Qualität vollkommen rivalisiren.

Das **Martin-Siemensverfahren** endlich bildet einen sehr bequemen Weg, allerlei Eisen- und Stahlabfälle, vor Allem aber die Masse Alteisen, beispielsweise die alten verbrauchten Eisenbahnschienen, zu verwerthen, die man früher nur schwierig durch Paketiren und Ausschweißen unter starkem Verluste zu Gute machen konnte. Auf dem Hüttenhofe eines solchen Werkes sammeln sich dabei die wunderlichsten Dinge, alte Kochherdplatten und Blechschnitzel, Bohr- und Drehspäne, Drahtnetze und alte Flintenläufe u. s. w. an, welch letztere oft zu fabelhaft billigen Preisen verschleudert werden.

Mit Hilfe eines Siemens'schen Regenerativofens wird in einem Flammofen eine sehr hohe Temperatur erzeugt, und in dem vertieften Herde desselben eine verhältnißmäßig kleine Menge gutartigen Roheisens eingeschmolzen; in dieses Bad werden die entsprechend zugeschnittenen Abfälle im rothglühenden Zustande nach und nach eingetragen. Gewöhnlich glaubt man, daß das ursprünglich vorhandene Roheisen die Kohlung des Schmiedeeisens besorgt, doch ist dieser Kohlenstoff bis zum Ende des Processes meist verzehrt, so daß eine ausgeschöpfte, erkaltete und ausgeschmiedete Probe sich gleich weichem Stabeisen doubiliren läßt, ohne zu springen, und reinem Schmiedeeisen sehr ähnlich ist. Man setzt daher gegen Ende der Operation noch abgewogene Mengen Spiegeleisen in Stücken zu und wiederholt die Schmiedeprobe, bis der gewünschte Charakter des Stahles erreicht ist, worauf das Abstechen in die Ingotsformen und das weitere Auswalzen derselben in gleicher Weise wie beim Bessemerstahle erfolgt. Da die Operation ungefähr acht Stunden dauert und das Probeziehen sehr erleichtert ist, gelangt man leichter, als dies bei dem Bessemerprocesse der Fall ist, zur gewünschten Qualität. Das Martinverfahren eignet sich besonders zur Errichtung größerer Anlagen in Städten, in welchen das Alteisen zu billigem Preise zu erhalten ist, während das Bessemer- beziehungsweise das Thomasverfahren sich jetzt allgemein an die Hochofenarbeit anschließt, aus welcher man das flüssige Eisen leicht für jede Birnencharge ohne besondere Kosten gewinnen kann.

Durch diese Verfahren, welche es gestatten, Stahl jeder Qualität in großen Mengen und billig zu erzeugen, ist der Verbrauch an diesem Artikel auch bedeutend gesteigert worden, und wir nähern uns mit gewaltigen Schritten jenem Zeitpunkte, wo das geflügelte Wort vom »eisernen Jahrhunderte« nicht mehr wird zutreffend sein — es wird dann das »stählerne« heißen müssen.

Wir haben nun, allerdings in gedrängter Form, alle jene Verfahren besprochen, welche zur Verhüttung der Eisenerze und zur Darstellung der mannigfachen aus denselben gewonnenen Producte Anwendung finden. Wie wir gesehen haben, erfordert die Abscheidung eines brauchbaren Eisens aus seinen Erzen und die Verarbeitung des Roheisens zu tauglichen Producten eine Reihe höchst complicirter Verfahren und Einrichtungen, welche nur durch langes Studium und Erproben ersonnen werden konnten. Die Eisenindustrie bildet demnach heute ein Gebiet von bedeutendem Umfange, ja einen besonderen Zweig der Metallurgie, der

n genau umschriebenes und hochwichtiges Gebiet umfaßt. Wie der Mensch aber erst
ch und nach die Bedeutung des Eisens erkannte, wie er erst nach und nach
rnte, dasselbe aus den Erzen darzustellen und es der Natur in der erforderlichen
Menge abzuringen, so hat sich auch die Eisenindustrie — von jenem Zeitabschnitte
, wo man überhaupt von einer Industrie im eigentlichen Sinne des Wortes
rechen kann — erst nach und nach auf ihre heutige Vollkommenheit und Höhe
hoben. Immer bleibt aber der Beiname noch wahr, welchen schon Homer dem
sen ertheilte: er nannte dasselbe »polükmetos«, mühevoll. Ebenso kräftiger als
ndiger Hände bedarf es, ehe aus dem Eisenerze das starke Metall geworden,
m wir unsere gesammte Cultur verdanken und mittelst dessen sich der Mensch
n Erdball unterthan gemacht. . . .

Wir wenden uns nun der Besprechung eines anderen Metalles zu, welches
m Menschen weit früher bekannt war als das Eisen, welches aber, wenn auch
ht sofort, doch vollständig von letzterem verdrängt wurde und dadurch an Be-
utung verlor, nämlich des Kupfers. An einer früheren Stelle haben wir schon
seinandergesetzt, welche Nachtheile das Kupfer gegenüber dem Eisen besitzt; diese
ingen es mit sich, daß es nicht als Werkzeugmetall, auch nicht in der Legirung
t Zinn, als viel härtere Bronze, Verwendung findet. Dagegen wird es in der
chnik zu den verschiedensten Zwecken gebraucht, es dient zur Herstellung von
sseln und Röhren, Gravirplatten, Walzen für den Kattundruck u. s. f. Die
ößte Bedeutung hat es aber erlangt, seit die Elektrotechnik ihre enormen
ortschritte zu verzeichnen hatte, da nun das Kupfer in großen Mengen
rwendet wird, um den elektrischen Strom auf weite Strecken zu leiten. Und
ese Verwendungsart verdankt das Kupfer einzig und allein dem Umstande, daß
von allen leicht zu beschaffenden Metallen der Fortpflanzung der Elektricität,
ieser wunderbaren Kraft, den geringsten Widerstand entgegensetzt. Es ist ein viel
esserer Leiter für die Elektricität als das Eisen und besitzt auch genügende Zähig-
eit, um, zu Drähten ausgezogen, auf längere Strecken sich spannen zu lassen,
hne zu zerreißen. Wohl ist das Silber ein noch besserer Elektricitätsleiter, doch
bgesehen von dem weit höheren Preise würde sich dieses Metall schon seiner ge-
ringeren Widerstandsfähigkeit wegen nicht zu dem gedachten Zwecke eignen. Wohl
könnte man auch Eisen zur Leitung der Elektricität anwenden, doch müßte dann der
Querschnitt des Leiters so groß gewählt werden, sollten nicht namhafte Verluste
an Kraft durch Erhitzung desselben auftreten, daß hierdurch jeder Vortheil verloren
ginge. Wenn also auch heute das Kupfer nicht jene Bedeutung besitzt, welche ihm
seinerzeit, als es noch das erste, den Menschen bekannte Metall war, zukam, so
ist es doch ein für unsere Technik hochwichtiger Körper, welchen durch einen
anderen zu ersetzen große Schwierigkeiten bereiten würde.

Einen besonderen Werth erlangte das Kupfer aber durch seine Fähigkeit,
sich mit anderen Metallen zu legiren, das heißt durch Zusammenschmelzen gewisser-
maßen neue Metalle von anderen Eigenschaften zu bilden. Die bekannteste dieser

Legirungen ist die Bronze, welche Kupfer und Zinn in wechselndem Verhältnisse, je nach dem Zwecke, dem sie dienen soll, enthält. So besteht das Kanonenmetall aus 89—92 Procent Kupfer, das Glockenmetall enthält gewöhnlich auf je vier Theile Kupfer einen Theil Zinn, und die echte Bronze enthält Kupfer und Zinn in wechselnden Mengen, der Gehalt an Kupfer schwankt von 82—92 Procent. Interessant und für die Technik höchst wichtig ist es, daß ein Zusatz von Phosphor die Bronze bedeutend härter, elastischer und fester macht; man erhält sie durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Phosphorzinn und setzt manchmal auch etwas Blei zu; sie enthält 0·25—2·5 Procent Phosphor und 5—15 Procent Zinn und wird vielfach angewendet, so zu Maschinentheilen, wo große Härte erforderlich ist, zur Herstellung von Glocken u. s. f.

Ist die Bronze gewissermaßen die edelste Legirung des Kupfers, so ist das Messing, eine Mischung von Kupfer und Zink, jene, welche die ausgedehnteste Verwendung in der Industrie findet. Denn das Messing und die mit diesem verwandten Legirungen des Kupfers, wie Gelbguß, Rothguß, Tomback u. s. f. sind härter als Kupfer, hämmerbar und lassen sich leicht auswalzen und zu Draht ziehen. Ferner können sie leicht auf der Drehbank und mit der Feile bearbeitet, in Formen geprägt oder gestampft werden. Diese Eigenschaften, sowie ihre hübsche Farbe, Billigkeit u. s. f. erklären ihre verschiedene Anwendung in Künsten und Gewerben.

Weniger bekannt als diese Legirungen ist wohl die Aluminiumbronze, eine Mischung von 90 Theilen Kupfer und 10 Theilen Aluminium. Die Aluminiumbronze besitzt eine prächtige Farbe, ist relativ widerstandsfähig gegen atmosphärische Einflüsse und ist sehr hart; auch diese Legirung findet in neuerer Zeit, seitdem die elektrometallurgischen Processe eine billige Darstellung des Aluminiums ermöglichten, ausgedehnte Anwendung.

Die Thatsache, daß Kupfer das am längsten bekannte aller Metalle ist, haben wir schon erwähnt. Interessant ist aber auch, daß schon im Alterthume neben dem Kupfer gewisse Legirungen, besonders Bronze und Messing, bekannt waren, beide wurden mit dem gleichen Worte wie Kupfer als »chalkos« oder »aes« bezeichnet. Das reine Kupfer wurde dann später »aes cyprium« und dann blos »cyprium« genannt, woraus zuletzt die lateinische Bezeichnung »cuprum« entstand. Als cyprisches Erz wurde es auch nach Cyperns Schutzgöttin Venus genannt und bei den Alchymisten mit deren Symbol ♀ bezeichnet.

Stellt man in eine Lösung eines Kupfersalzes einen Eisenstab, so wird bekanntlich Kupfer abgeschieden, welches sich auf dem Eisen als Ueberzug niederschlägt. Schon Basilius Valentinus erwähnt in seinem »Letzten Testament«: »Das Cement oder Laugen zu Schmölnitz in Ungarn, das zerfrißt das Eisen zu Schlich und so man denselben Eisenschlich aus dem Trog wieder herausnimmt, so ist es gut ♀.« In seinem »Triumphwagen des Antimonii« sagt er dagegen von einer solchen Lösung: »Es kann aus dem Eisen ein ♀ werden, wie dann das natürlich

hieht, da ihm eine solche metallische Farbe eine scharfe Lauge in Ungarn ein-
igt, daß das beste Kupfer daraus wird.« Er scheint demnach diesen Vorgang
eine Metallverwandlung anzusehen, wie denn überhaupt das Streben der Al-
nisten darauf gerichtet war, unedle Metalle in edle zu verwandeln, und diese Er-
inung galt als ein Beispiel, daß es thatsächlich möglich sei, ein Metall in ein
eres überzuführen. Allerdings war die analytische Chemie zu jener Zeit noch nicht
nnt, und so wurde es denn vollständig übersehen, daß wenn Kupfer ausgefällt
d, Eisen in Lösung geht und daß die »Lauge« überhaupt Kupfer enthält.
r selbst Paracelsus und viele andere Chemiker glaubten noch an diese Um-
idlung des Eisens in Kupfer, und Wedel in Jena mußte auf Befehl seines
desherrn im Jahre 1664 nach Ungarn schreiben, um nähere Nachrichten über
e Transmutation zu erhalten. Lange Zeit hielt man an der Möglichkeit dieser
nsmutation fest, trotzdem schon van Helmont richtig behauptet hatte, es finde
e Umwandlung statt, sondern das Kupfer sei eben in der Lösung in den
nentwässern enthalten, bis Boyle endlich den Nachweis erbrachte, daß Zink
Eisen Kupferlösungen dadurch fällen, daß sie das gefällte Metall in der Lö-
g ersetzen.

Das Kupfer kommt in der Natur sowohl im gediegenen Zustande als
h in Form von Erzen vor, von welchen sich viele durch prächtige Färbungen
zeichnen. Im gediegenen Zustande findet es sich in mächtigen Massen in der
he des Lake Superior in Nordamerika, wo es in Adern, die den Sandstein
d Trapp durchsetzen, auftritt. Die größte zusammenhängende Masse, welche im
hre 1857 gefunden wurde, besaß ein Gewicht von ungefähr 420.000 Kgr.
e Benützung dieses Kupfervorkommens reicht ganz bestimmt in die indianische
it zurück, denn als später diese Kupferzone erschlossen wurde, entdeckte man alte
chte Tagbaue, die zum Theile verschüttet und mit mehrhundertjährigem Baum-
uchse bedeckt waren, und in diesen alten Bauen fanden sich Steinhämmer und
upfermeißel vor. In den Siebzigerjahren deckte dieses Seengebiet mindestens
Procent der gesammten nordamerikanischen Production an Kupfer, seit der
ollendung der Süd-Pacificbahn aber nur mehr die kleinere Hälfte desselben, da
n die größere von Montana-Arizona zuströmt.

Die Kupfererze selbst lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden, die erste
lden die Verbindungen des Metalles mit Sauerstoff und Kohlensäure — Roth-
pfererz und Malachit — letzterer mit 72 Procent Kupfer, 18 Procent
ohlensäure und 10 Procent Wasser, ersteres bestehend aus 88·8 Procent Kupfer
d 11·2 Procent Sauerstoff. Bekannt ist der Malachit, der im geschliffenen und
lirten Zustande sehr hübsche knollige Zeichnungen in lichterem und dunklerem
rün zeigt und vielfach als Schmuckstein Anwendung findet. Am russischen Hofe
nt er vielfach zur Ausschmückung ganzer Säle, und bekannt sind die großen
sen aus Malachit, welche seitens russischer Potentaten als Pretium affectionis
abfolgt werden.

26*

In die zweite Gruppe der Kupfererze gehören die Verbindungen mit Schwefel, Antimon und anderen Metallen. So enthält der Kupferglanz 79 Procent Kupfer und 21 Procent Schwefel, der Kupferkies 34 Kupfer, 30 Eisen und 35 Schwefel. Durch eine prachtvolle Färbung zeichnet sich das Buntkupfererz aus, welches in allen Nuancen von blau, grün, gelb und roth schimmert. Es enthält 55 Theile Kupfer, 16 Theile Eisen und 28 Theile Schwefel.

Interessant ist es, daß gleich dem Eisen auch das Kupfer als Bestandtheil vieler Pflanzen, besonders solcher, welche auf Granitboden wachsen, vorkommt, und auch im Thierreiche allgemein verbreitet ist. So findet es sich manchmal in größerer Menge in den Austern von Cornwall, und wie Church fand, enthält der Farbstoff der rothen Schwungfeder des Bananenfressers oder Turaco 5·9 Procent Kupfer, dessen Gegenwart man schon an der grünen Färbung der Flamme erkennen kann, welche sie annimmt, wenn man eine solche Feder darin verbrennt. Es ist dies eine charakteristische Eigenschaft der Verbindungen des Kupfers, die nicht leuchtende Flamme grün zu färben. Außerdem findet sich Kupfer auch in manchen Quellen, im Meerwasser und in der Ackererde; das Blut der Mollusken wird durch Kupfer blau gefärbt.

Das Kupfer ist, wenn es auch an Häufigkeit des Vorkommens mit dem Eisen nicht rivalisiren kann, auf der Erde doch sehr verbreitet; die Hauptfundstätten in Deutschland sind Sangerhausen und Eisleben im Mansfeldischen, das Siegerland, Obermarsberg in Westfalen, Sachsen, Harz u. s. w., in Rußland findet es sich in großen Mengen im Ural, Altai und in Transkaukasien. In Oesterreich fördern Böhmen und Kärnten Kupfererze, und in Ungarn wird es in Kremnitz, Schmöllnitz und Kapnikbanya gewonnen. Große Kupfergruben finden wir ferner auch in Schweden zu Falun und Garpenberg, in England in Cornwall, Wales und Devonshire; den Reichthum Amerikas an Kupfer haben wir schon erwähnt. Aber auch in Afrika, Australien und Asien wird Kupfer gefördert, und die Kupferproduction der Welt hat sich in den letzten 40 Jahren mindestens vervierfacht, für das Jahr 1892 wurde sie auf 390.000 Tonnen geschätzt.

Zu den interessantesten Fundstätten des Kupfers gehören, wenn wir von den Gruben im Ural absehen, von welchen später noch die Rede sein wird, die Kupferlagerstätten vom Rammelsberge bei Goslar im Harz, ferner die Gruben zu Falun in Schweden und die Batallak-Mine zu Cornwall.

Das Kieslager des Rammelsberges*) besteht aus einer Anhäufung mehr oder minder großer unregelmäßiger Erzlinsen, die größte bisher aufgeschlossene Ausdehnung dieses Lagers beträgt in der Längenausdehnung 1200 Meter, die größte Mächtigkeit aber nur 15—20 Meter. Nur an einer Stelle, an welcher sich das Lager in zwei Aeste theilt, steigt die Mächtigkeit auf 30 Meter und darüber.

---

*) Siehe die Abbildung auf Seite 128.



Der Stöten bei Falun.

THE NEW
PUBLIC LI
ASTOR, LENOX
TILDEN FOU

Der Rammelsberg wurde schon zur Zeit Kaiser Otto I. bergmännisch ab-
gebaut, und die Sage über die Auffindung dieser Lager von Kupferkies, Schwefel-
kies, Bleiglanz und Zinkblende haben wir schon an einer früheren Stelle mit-
getheilt. Seither blüht dort der Bergbau bis in unsere Tage, wenn wir von gewissen,
immer jedoch nur kurzen Unterbrechungen absehen, welche er durch Epidemien,
Hungersnoth und Kriegsgefahr erfuhr. Zwischen den südlichen Abhängen des
Harzes und des Thüringerwaldes ist ebenfalls ein altes Bergbaugebiet gelegen,
welches schon zu Beginn des XIII. Jahrhunderts erschlossen wurde. Es findet sich
dort ein feinkörniger, bituminöser harter Mergelschiefer von schwarzer Farbe und
einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 50 Cm., welcher mit sehr fein ver-
theilten Kupfererzen durchsetzt ist. Allerdings enthält dieses Kupferschieferflötz nur
sehr geringe Mengen Kupfer, oft nur 2—3 Procent, doch ist es über
mehrere Quadratkilometer ausgedehnt, so daß sich der Abbau desselben ganz
lohnend gestaltet, am schwunghaftesten wird dieser Kupferbergbau im **Mans-
feldischen** betrieben.

Das Kupferbergwerk zu **Falun** in Dalekarlien bildet eine sogenannte offene
Pinge, die Arbeiten werden in einer Tiefe von 400 Meter betrieben, und die
Einfahrt erfolgt entweder auf ungemein steilen und geradezu lebensgefährlichen
Stiegen und Leitern, oder auf der Tonne durch den Stöten, es ist dies ein
finsterer Abgrund von ungefähr 200 Meter Breite und 90 Meter Tiefe, der im
Jahre 1687 am 25. April und 24. Juni durch Erdstürze entstand. Dieses Er-
eigniß, welches für Falun von größter Bedeutung war, hat die Geschichte wohl
aufbewahrt, sie erzählt, daß schon längere Zeit vorher mehrere Stollen dem
Einsturze nahe waren und auf Befehl des Bergmeisters die Arbeiten an dieser
Stelle eingestellt werden mußten. Hierdurch waren jedoch die Bergleute um ihren
Verdienst gekommen, und als nach einigen Tagen der Einsturz noch immer nicht
erfolgt war, brach unter ihnen ein Aufruhr aus und sie nahmen mit Gewalt die
Arbeit wieder auf. Kaum hatten sie jedoch den gefährlichen Stollen betreten, so
ging dieser zusammen und begrub eine namhafte Anzahl der Bergleute, die sich
gegen ihren Vorgesetzten aufgelehnt, auf immer.

Die Einfahrt in den Stöten auf der Tonne ist ein sehr gefahrvolles Wagniß,
da diese nahe an den zerklüfteten Wänden hinabgelassen werden muß, und oft
denselben so nahe kommt oder selbst anprallt, daß die Einfahrenden sie mit
den Händen von den Felsen ablenken müssen, um sie vor dem Zerschellen zu be-
wahren. Ungefähr in der Mitte der Fahrt befinden sich zwei große Höhlen in
den Felsen, der alte und der neue Saal. Als König Gustav III. den ersteren
besuchte, schrieb er mit Kreide an die Felswand: Gustav III., ddo. 20. Septem-
ber 1788. Diese Worte wurden dann genau nach der Handschrift in den Felsen
eingemeißelt und sind heute noch zu sehen.

Die Wässer dieses Bergwerkes zu Falun sind gleich jenen der meisten Kupfer-
gruben Schwedens vitriolhaltig, d. h. sie enthalten Kupfervitriol, die bekannten

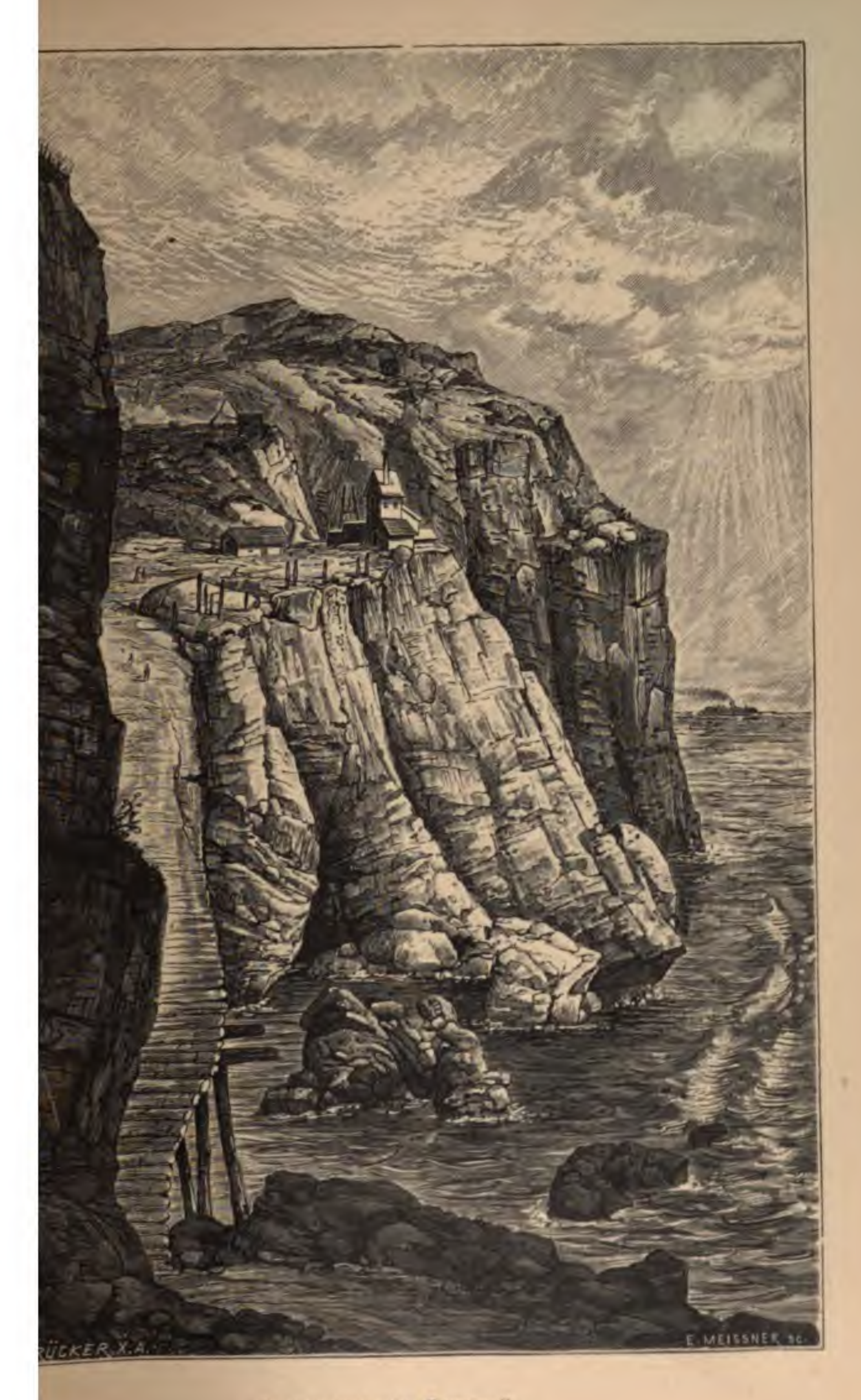
prachtvoll blauen Krystalle, aufgelöst. Bekanntlich sind die Lösungen der Vitriole gute Conservirungsmittel, sie verhindern die Fäulniß von Holz, und deshalb wird der billigere Eisenvitriol auch vielfach zur Imprägnirung von Holz, besonders von Eisenbahnschwellen, Telegraphensäulen u. s. f. angewendet. Auch Thiere können durch solche Lösungen vollständig vor Fäulniß bewahrt werden, wenn man sie in dieselben legt oder ihre Arterien damit ausspritzt.[1]

Im Jahre 1719 machte man nun im Bergwerke zu Falun, als man eine Strecke wieder aufnahm, welche seit Menschengedenken nicht befahren worden war, einen absonderlichen Fund. Man fand nämlich in einer Tiefe von 125 Meter den Leichnam eines jungen Mannes, welcher im Cementwasser gelegen hatte und durch dasselbe so vollständig conservirt war, daß nicht nur die Kleidung, sondern auch die Gesichtszüge vollständig erhalten waren. Man erkannte in ihm den im Jahre 1670 auf unerklärliche Weise verschwundenen Bergmann Mat Israelson, welcher somit beinahe ein halbes Jahrhundert unter der Erde gelegen hatte.

Diese Thatsache wurde in verschiedener Art poetisch verwerthet, bekannt ist wohl die Erzählung A. W. Hoffmanns: »Das Bergwerk zu Falun«. Aber auch die bergmännische Sage hat diesen Stoff poetisch ausgeschmückt, und in Wrubel's Sammlung finden wir eine ergreifende Darstellung, welche sich durch solche Innigkeit und poetischen Schwung auszeichnet, daß wir diese Erzählung wohl als die beste und vollendetste unter allen bergmännischen Sagen bezeichnen können. Sie lautet:

»In Falun in Schweden küßte vor guten 100 Jahren und mehr ein junger Bergmann seine hübsche Braut und sagte zu ihr: ‚Auf St. Luciä wird unsere Liebe von des Priesters Hand gesegnet. Dann sind wir Mann und Weib, und bauen uns ein eigenes Nestlein.‘ — ‚Und Friede und Liebe soll darin wohnen,‘ sagte die schöne Braut mit holdem Lächeln, ‚dann bist Du mein Einziges und mein Alles, und ohne Dich möchte ich lieber im Grab sein, als an einem anderen Ort.‘ Als sie aber an St. Luciä der Pfarrer zum zweiten Male in der Kirche ausgerufen hatte: ‚So nun jemand Hinderniß wüßte anzuzeigen, warum diese Personen nicht ehelich möchten zusammenkommen‘, da meldete sich der Tod. Denn als der Jüngling den anderen Morgen in seiner schwarzen Bergmannskleidung an ihrem Haus vorbeiging — der Bergmann hat sein Todtenkleid immer an — da klopfte er zwar noch einmal an ihrem Fenster und sagte ihr guten Morgen, aber keinen guten Abend mehr. Er kam nimmer aus dem Bergwerk zurück, und sie säumte vergeblich selbigen Morgen ein schwarzes Halstuch mit rothem Rande für ihn zum Hochzeitstag, sondern als er nimmer kam, legte sie es weg und weinte um ihn und vergaß ihn nie.

Unterdessen wurde die Stadt Lissabon in Portugal durch ein Erdbeben zerstört, und der siebenjährige Krieg ging vorüber, und Kaiser Franz I. starb, und der Jesuitenorden wurde aufgehoben, und Polen getheilt, und die Kaiserin Maria Theresia starb, und der Struensee wurde hingerichtet, Amerika wurde frei,



Batallakmine in Cornwall.

und die vereinte französische und spanische Macht konnte Gibraltar nicht erobern. Die Türken schlossen den General Stein in der Veteranihöhle in Ungarn ein und der Kaiser Joseph starb auch. Der König Gustav von Schweden eroberte Russisch-Finnland, und die französische Revolution und der lange Krieg fing an, und der Kaiser Leopold II. ging auch ins Grab. Napoleon eroberte Preußen und die Engländer bombardirten Kopenhagen, und die Ackerleute säeten und schnitten. Der Müller mahlte und die Schmiede hämmerten und die Bergleute gruben nach den Metalladern in ihrer unterirdischen Werkstatt. Als aber die Bergleute in Falun im Jahre 1809 etwas vor oder nach Johannis zwischen zwei Schächten eine Oeffnung durchgraben wollten, gute 300 Ellen tief unter dem Boden, gruben sie aus dem Schutt und Vitriolwasser den Leichnam eines Jünglings heraus, der ganz mit Eisenvitriol durchdrungen, sonst aber unverwest und unverändert war, also daß man seine Gesichtszüge und sein Alter noch völlig erkennen konnte, als wenn er erst vor einer Stunde gestorben oder ein wenig eingeschlafen wäre bei der Arbeit. Als man ihn aber zu Tage gefördert hatte, Vater und Mutter, Gefreundete und Bekannte waren schon lange todt, kein Mensch wollte den schlafenden Jüngling kennen oder etwas von seinem Unglück wissen, bis die ehemalige Verlobte des Bergmannes kam, der eines Tages auf die Schicht gegangen war und nimmer zurückkehrte. Grau und zusammengeschrumpft kam sie an einer Krücke an den Platz und erkannte ihren Bräutigam, und mehr mit freudigem Entzücken als mit Schmerz sank sie auf die geliebte Leiche nieder, und erst als sie sich von einer langen und heftigen Bewegung des Gemüthes erholt hatte, sagte sie endlich: ‚Es ist mein Verlobter, um den ich 50 Jahre lang getrauert hatte und den mich Gott noch einmal sehen läßt vor meinem Ende. Acht Tage vor der Hochzeit ist er auf die Grube gegangen und nimmer gekommen.‘ Da wurden die Gemüther aller Umstehenden von Wehmuth und Thränen ergriffen, als sie jetzt die ehemalige Braut sahen in der Gestalt des hingewelkten kraftlosen Alters und den Bräutigam noch in seiner jugendlichen Schöne, und wie in ihrer Brust nach 50 Jahren die Flamme der jugendlichen Liebe noch einmal erwachte; aber er öffnete seinen Mund nimmer zum Lächeln oder die Augen zum Wiedererkennen; und wie sie ihn endlich von den Bergleuten in ihr kleines Stüblein tragen ließ, als die einzige, die ihm angehöre und ein Recht an ihn habe, bis sein Grab gerüstet sei auf dem Kirchhofe. Den anderen Tag, als das Grab gerüstet war auf dem Kirchhofe und ihn die Bergleute holten, legte sie ihm das schwarzseidene Halstuch mit rothen Streifen um und begleitete ihn in ihrem Sonntagsgewand, als wenn es ihr Hochzeitstag und nicht der Tag seiner Beerdigung wäre. Denn als man ihn auf dem Kirchhofe ins Grab legte, sagte sie: ‚Schlafe nun wohl noch einen Tag oder noch zehn im kühlen Hochzeitsbett und laß Dir die Zeit nicht lang werden. Ich habe nur noch ein wenig zu thun und komme bald, und bald wird Tag. — Was die Erde wiedergegeben hat, wird sie zum zweiten Male auch nicht behalten‘, sagte sie, als sie fortging und noch einmal umschaute. . . .«

Außer dem schon erwähnten Erdsturze, durch welchen der Stöten entstand, war Falun auch in diesem Jahrhunderte, im Jahre 1833, der Schauplatz einer großen Katastrophe, der allerdings kein Menschenleben zum Opfer fiel. Es lösten sich nämlich die Wände des Haupteinganges plötzlich los und stürzten mit fürchterlichem Getöse in die Tiefe, das Innere vollkommen verschüttend. Da sich dies aber an einem Sonntage ereignet, an welchem gefeiert wurde, ging kein Menschenleben verloren. Im Jahre 1876 fand abermals eine große Erdrutschung statt, wodurch der Stöten noch weiter vergrößert wurde, heute ist er 385 Meter lang, 211 breit und 96 tief.

Das Erz, welches in Falun gefördert wird, ist ein aus Eisen, Schwefel und Kupfer bestehender Schwefelkies, dessen Gehalt an Kupfer jedoch innerhalb sehr weiter Grenzen, zwischen 1/4 bis 20 Prozente, schwankt. Neben Kupfer wird auch eine geringe Menge Gold und Silber, etwa 300 Kgr. pro Jahr, ferner Blei, Schwefel und Eisenvitriol gewonnen. Der Ertrag dieses einst so reichen Bergwerkes ist aber im steten Abnehmen begriffen. Denn während im Jahre 1650 über 32.000 Metr. Garkupfer gewonnen wurden, sank die Production in den letzten Jahrzehnten auf ungefähr 7300, und hat im Jahre 1891 nur mehr 2700 Metr. Garkupfer betragen. Es ist wohl zu befürchten, daß in absehbarer Zeit der einst so reichlich fließende Bergsegen Faluns vollständig versiegen wird.

Aber nicht nur in den Gebirgen des Festlandes sucht der Mensch das Kupfer, er ging ihm auch bis unter das Weltmeer nach, wie dies bei der Botallak-Mine in Cornwall der Fall ist, über deren Strecken der Atlantische Ocean seine Wogen rollt.

Cornwall, die südwestlichste Grafschaft Englands, eine in das Meer hinausragende Halbinsel, ist ein rauhes Bergland, gebildet durch eine mit ihrem Kamme sich der Südküste nähernde Granitkette, der Cornish Heights, welche sich steil, an vielen Stellen mit jähen Klippen und Wänden aus dem Meere erhebt, und die Halbinsel mit öden, waldlosen, nur mit eintönigem Heidekraut und Ginster bewachsenen Bergen erfüllt. Der Reichthum des Landes besteht aber in Lagern von Kupfer und Zinn, welche diese Gebirgskette birgt und welche schon im Alterthume der englischen Inselgruppe den Namen der Zinninseln, Kassiteriten, verschaffte. Die wichtigsten Kupfergruben befinden sich um Redruth, und eine der interessantesten derselben ist die Botallak-Mine.

Diese liegt an der Südseite des gegen 90 Meter hohen Cap Cornwall und besitzt blos eine geringe Tiefe, welche nur an wenigen Stellen mehr als 130 Meter beträgt. Dafür ziehen sich die Strecken aber unter dem Meere hin, und an vielen Stellen vernimmt man unausgesetzt das Tosen und Donnern der Brandung, und peitscht ein Sturm die Wogen hoch empor, so wird das in der Tiefe vernehmbare Geräusch oft so heftig, daß die Arbeiter erschreckt die Flucht ergreifen. Das geförderte Erz besteht aus verschiedenen Verbindungen des Kupfers, es wird aber auch gediegenes Metall in prächtigen, baumförmig verästelten Stücken gefördert.



Kupfermine Rio Tinto.



)och auch der Ertrag dieser Gruben ist im Abnehmen begriffen. Denn während n Jahre 1854 noch 28.000 Menschen mit der Gewinnung der Kupfererze be-)äftigt waren, betrug deren Anzahl in den letzten Jahren nur mehr wenig über 3.000, und auch die Zahl der Einwohner Cornwalls, welche fast ohne Aus-ahme nur vom Bergbaue und der Fischerei leben, hat sich von 355.000 im ahre 1851 auf 322.000 im Jahre 1891 vermindert, trotzdem wird der Gesammt-trag aller Bergwerke in Cornwall immer noch auf $1^1/_2$ Millionen Pfund Ster-ng geschätzt, nach unserem Gelde rund 18 Millionen Gulden.

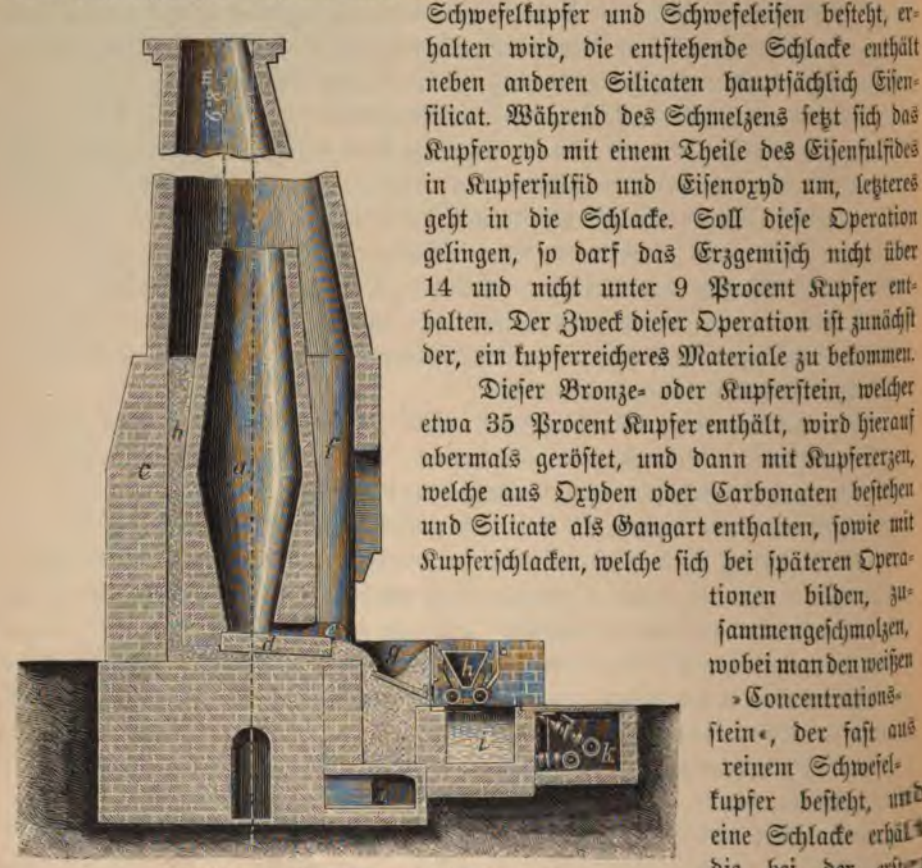
Interessant sind schließlich auch die Kupferminen zu Rio Tinto in der rovinz Huelva in Spanien. Dort wird Tagbau betrieben, und der Hügel, auf elchem sich die Kupferlager befinden, wird durch stark geneigte Bänke und Ab-inge gebildet. Die tiefste Ausweitung dieser Bänke beträgt 106 Meter. In aus-:dehnter Weise wird dort von dem elektrischen Lichte Gebrauch gemacht. Da doch die Leitungen und Lampen bei den Sprengungen stets Gefahr laufen ürden, zerstört zu werden, wurden dieselben nicht an Ort an Stelle, sondern an eschützten Punkten aufgestellt und mit mächtigen Reflectoren versehen, welche ihre :ichtkegel auf die Arbeitsplätze werfen.

Die Verhüttung der Kupfererze richtet sich ganz nach der Beschaffenheit erselben und ist demnach sehr verschieden. Am einfachsten gestaltet sie sich, denn nur Oxyde beziehungsweise Carbonate des Kupfers vorliegen, sie wird aber ehr complicirt, wenn geschwefelte Erze zu verarbeiten sind. Neben diesen »trockenen« Processen kommen aber auch verschiedene »nasse« Verfahren zur Anwendung, welche theils auf der schon erwähnten Eigenschaft des Kupfers beruhen, durch Eisen aus seinen Lösungen ausgefällt zu werden, theils zu dem Zwecke vorge-nommen werden, um das mit dem Kupfer oft gemeinsam vorkommende Silber zu gewinnen. Neben diesen stehen aber in neuester Zeit auch viele elektrometallurgische Processe in Verwendung.

Die Verarbeitung oxydirter Erze, wie Rothkupfererz, Malachit und Kupfer-lasur, erfolgt nach einem sehr einfachen Verfahren. Zunächst werden die Erze schwach geröstet und dann unter Zuschlag von kupferreicher Schlacke, Kalkstein und Kohle in einem sogenannten Krummofen niedergeschmolzen. Das hierbei ge-wonnene Schwarzkupfer wird mit der Schlacke in einen Vortiegel abgestochen, und dann in dünne Scheiben, Rosetten, gebracht, indem man die Schlacke mit Wasser ablöscht, abzieht, und die darunter befindliche Schicht von erstarrtem Kupfer abhebt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis der Tiegel ent-leert ist.

Um schwefelhaltige Kupfererze zu verarbeiten, werden verschiedene Wege ein-geschlagen, welche im Wesentlichen jedoch alle auf folgende Operationen hinaus-laufen. Zunächst wird das Erz in eigenen Oefen geröstet, und zwar werden große Chargen, etwa 3000 Kgr. Erz auf einmal in Angriff genommen. Während des Röstprocesses wird mit eisernen Stangen wiederholt tüchtig umgerührt, nach

12—24 Stunden iſt gewöhnlich das Röſten beendet, und es hat ſich dann eine genügende Menge Kupferoxyd und Eiſenoxyd aus dem der Röſtung unterworfenen Gemenge von Kupfer- und Eiſenkies, welche Silicate oder Quarz enthalten, gebildet. Dann wird das Röſtgut in einem weiteren Ofen unter Zuſatz einer kupferhaltigen Schlacke verſchmolzen, wobei der »Bronzeſtein«, welcher aus Schwefelkupfer und Schwefeleiſen beſteht, erhalten wird, die entſtehende Schlacke enthält neben anderen Silicaten hauptſächlich Eiſenſilicat. Während des Schmelzens ſetzt ſich das Kupferoxyd mit einem Theile des Eiſenſulfides in Kupferſulfid und Eiſenoxyd um, letzteres geht in die Schlacke. Soll dieſe Operation gelingen, ſo darf das Erzgemiſch nicht über 14 und nicht unter 9 Procent Kupfer enthalten. Der Zweck dieſer Operation iſt zunächſt der, ein kupferreicheres Materiale zu bekommen.



Schachtofen zur Kupfergewinnung. Zu Seite 411.

Dieſer Bronze- oder Kupferſtein, welcher etwa 35 Procent Kupfer enthält, wird hierauf abermals geröſtet, und dann mit Kupfererzen, welche aus Oxyden oder Carbonaten beſtehen und Silicate als Gangart enthalten, ſowie mit Kupferſchlacken, welche ſich bei ſpäteren Operationen bilden, zuſammengeſchmolzen, wobei man den weißen »Concentrationsſtein«, der faſt aus reinem Schwefelkupfer beſteht, und eine Schlacke erhält, die bei der erſten Schmelzung verwendet wird. Wird dieſer Concentrationsſtein nun abermals geröſtet und geſchmolzen, ſo erhält man neben einer kupferhaltigen Schlacke das Schwarz- oder Blaſenkupfer, welches noch einer weiteren Reinigung bedarf.

Zu dieſem Zwecke wird es in großen Chargen in einem mit einem Gebläſe verſehenen Ofen 14—16 Stunden lang geſchmolzen, wobei der größte Theil des vorhandenen Schwefels entfernt, das Metall aber kupferoxydulhaltig wird, wodurch es ſeine Zähigkeit verliert. Um nun auch das Kupferoxydul zu entfernen, wird die Schlacke abgezogen, auf das geſchmolzene Metall Anthracit oder reine Steinkohle geſtreut und von Zeit zu Zeit die Maſſe mit einer Stange aus

grünem frischen Birkenholze umgerührt. Es entwickeln sich hierbei Gase, Kohlenwasserstoffe, welche das Oxydul zu Metall reduciren, dieser Proceß wird »Polen« genannt. Das auf diese Weise raffinirte Kupfer wird dann in gußeiserne Formen ausgegossen.

Ein anderes, von dem geschilderten abweichendes Verfahren steht im Mansfeldischen zur Verhüttung des dort gewonnenen Kupferschiefers in Verwendung. Derselbe, welcher relativ arm an Kupfer ist, wird zunächst in großen Haufen von 6000—20.000 Ctr. auf einer Unterlage von Reisig geröstet, wobei die im Schiefer immer enthaltenen organischen Substanzen ebenfalls mit verbrennen. Dieses Rösten dauert oft mehrere Monate, der Zweck desselben besteht darin, die organischen Substanzen, sowie Wasser und Arsen zu entfernen, gleichzeitig geht aber auch eine geringe Menge Schwefel weg. Das geröstete Erz wird dann mit Flußspath und Schlacken von Schwarzkupfer in eigenen Schachtöfen (siehe die Abbildung auf Seite 410) geschmolzen, wobei kupferarme Rohschlacken und Rohstein erhalten werden, letzterer enthält gewöhnlich zwischen 50 und 30 Procent Kupfer. Der Ofen besitzt folgende Einrichtung: a ist der Ofenschacht, f der Schornstein, g einer der beiden Herdtiegel, in den die Schmelzproducte abfließen, während die darauf schwimmende Schlacke in den Schlackenwagen b überläuft; i ist ein mit Wasser gefüllter Behälter, in welchen der Rohstein durch eine Stichöffnung laufen gelassen wird, um ihn zu granuliren, d. h. ihn in Form kleiner Körner zu erhalten. Der Rohstein wird abermals geröstet und in Mengen von 2500—3000 Kgr. mit je 300—400 Kgr. Quarzsand verschmolzen, wobei man den »Spurstein« mit ungefähr 65 Procent Kupfer neben den Sulfiden des Eisens, Kobalts, Nickels und Silbers erhält. Die Menge des letzteren beträgt ungefähr 0·02 Procent von der Menge des Kupfers; um dasselbe zu gewinnen, wird der feingemahlene Spurstein abermals geröstet, wobei das Silbersulfid in lösliches Sulfat übergeht, welches mit heißem Wasser ausgelaugt wird. Der Rückstand enthält nun hauptsächlich die Oxyde und kommt nach abermaliger Erhitzung als »Garrost« in die Schwarzkupferarbeit, welche darin besteht, daß er mit geröstetem Dünnstein und Rohschlacken verschmolzen wird. Hierbei wird Schwarzkupfer mit 90—95 Procent Metall, Dünnstein, welcher aus Kupfer und Eisensulfid besteht, und Schwarzkupferschlacke mit 1—3 Procent Kupfer erhalten. Das Schwarzkupfer wird durch Polen in der beschriebenen Weise auf Raffinadekupfer verarbeitet.

Der Umständlichkeit dieser Verfahren zur Verhüttung des Kupfererzes wegen hat man auch versucht, das Princip des Bessemerprocesses zur Verarbeitung des Kupfersteines zur Anwendung zu bringen. Dies ist aber mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden, deren wesentlichste darin bestehen, daß eine viel größere Menge fremder Bestandtheile vorhanden ist als beim Eisen, welche zum größten Theile verschlackt werden müssen und nur zum geringsten sich verflüchtigen, und daß jene Stoffe, in erster Linie Silicium, fehlen, durch deren Verbrennung die

zur Flüssigerhaltung der Massen erforderliche Temperatur erzeugt wird. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelangte jedoch Manhès im Jahre 1880 dadurch zum Ziele, daß er den Luftstrom nicht wie beim Bessemern des Eisens am Boden des Converters, sondern oberhalb des geschmolzenen Rohsteines eintreten ließ, so daß die Luft direct in diesen eintrat. Die Vortheile dieses Verfahrens sind sehr große, denn man erhält selbst aus armen und unreinen Erzen durch nur drei Operationen, und zwar Rohsteinschmelzen, Bessemern und Raffiniren, ein vorzügliches Product, aber es geht der gesammte Schwefel verloren, indem sich derselbe als schweflige Säure verflüchtigt, und ist es bisher nicht gelungen, dieselbe behufs Darstellung von Schwefelsäure aufzufangen. Die entweichende schweflige Säure bringt aber auf weite Strecken eine empfindliche Schädigung der Vegetation, in der Nähe der Hütten sogar das vollständige Absterben derselben mit sich, und man war daher bestrebt, dieselbe nutzbar zu machen, was auch bei den älteren Processen zum Theile gelungen ist. Ist die entweichende schweflige Säure zu sehr mit anderen Gasen verdünnt, so daß sie mit Erfolg nicht auf Schwefelsäure verarbeitet werden kann, so wird sie in der Weise unschädlich gemacht, daß man sie durch Sodalösung oder durch Kalk absorbirt.

Die nassen Processe der Gewinnung des Kupfers bestehen darin, daß das Metall auf geeignete Weise in Lösung gebracht und die Lösung gefällt wird. Verwittern schwefelhaltige Kupfererze, so wird immer wenigstens ein Theil des Kupfers in schwefelsaures Kupferoxyd, Kupfervitriol, übergeführt, welcher leicht in Wasser löslich ist. Diesem Vorgange verdanken die in vielen Gruben auftretenden »Cementwässer« ihre Entstehung. Aus diesen wird durch Einlegen von Eisenabfällen das Kupfer gefällt, dasselbe führt dann den Namen »Cementkupfer«. Aehnliche Verhältnisse sucht man nun auf künstlichem Wege hervorzurufen und erreicht dies auf verschiedene Weise. Der nasse Proceß wird hauptsächlich dann angewendet, wenn so kupferarme Erze vorliegen, daß sie die Schmelzkosten nicht tragen würden, auch wird er zur Verarbeitung mancher Hüttenproducte, der Steine, dann eingeschlagen, wenn entweder die weitere Verarbeitung derselben auf trockenem Wege auf bedeutende Schwierigkeiten stoßen würde, oder aber, wenn gleichzeitig auch Edelmetalle gewonnen werden sollen.

Die Ueberführung des Kupfers in den löslichen Zustand kann auf nassem oder auf trockenem Wege erfolgen. Im ersteren Falle befeuchtet man die Erze mit roher Salzsäure, wobei sich Eisenchlorid bildet, welches die Schwefelmetalle zerlegt. Rascher aber als diese Haufenchloration führt der trockene Weg zum Ziele, indem man die Erze unter Zusatz von Kochsalz röstet. Es wird dann das Eisenchlorid zersetzt, Kupferchlorid und Silberchlorid, welche ebenfalls entstehen, bleiben aber unverändert. Schließlich werden die Erze mit Wasser, oder in gewissen Fällen mit Salzlösungen (Eisenchlorid, unterschwefligsaures Natrium oder kohlensaures Ammon) ausgelaugt, und das Kupfer durch Eisenabfälle, denen man mit Vortheil Coaks zusetzt, um die elektromotorische Kraft des Eisens anzuregen

gefällt. Das Cementkupfer ist nie vollständig rein und muß erst auf Schwenksieben oder Herden gereinigt werden, wobei man ein Product mit 70—90 Procent Kupfer erhält. Reines Cementkupfer kann mit Zuschlägen von Kalk direct im Flammofen auf Schwarzkupfer verarbeitet werden, unreinere Sorten müssen aber mit Zuschlägen von Schwefelverbindungen zunächst auf Kupferstein verschmolzen werden.

Wie schon erwähnt, wurden in neuerer Zeit auch vielfach elektrometallurgische Processe mit großem Vortheile zur Gewinnung des Kupfers in Anwendung gebracht. So wird das Verfahren von Siemens und Halske in der Weise ausgeführt, daß zunächst der gepulverte Kupferkies bis zur vollständigen Oxydation des Eisens abgeröstet wird, worauf sich dann das Kupfer zum größten Theile als Halbschwefelkupfer im Röstgute vorfindet. Dann wird das Röstgut mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd behandelt, wobei Halbschwefelkupfer, Schwefelkupfer und Kupferoxyd als Kupfersulfat unter Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul (Eisenvitriol) in Lösung gehen. Wird nun die Lauge der Elektrolyse unterworfen, so wird das Kupfer ausgefällt, gleichzeitig geht aber das schwefelsaure Eisenoxydul wieder in schwefelsaures Eisenoxyd über, welches neuerdings in der Laugerei Verwendung findet.

Sehr wichtig für die Raffination des Kupfers ist ferner der elektrolytische Proceß, durch welchen Schwarz- oder Garkupfer gereinigt werden kann. Zu diesem Zwecke werden abwechselnd 1—2 Cm. starke Platten aus Schwarz- oder Garkupfer und dünne Platten, beziehungsweise Bleche von reinem Kupfer in verdünnte Schwefelsäure gehangen und jede Sorte Platten für sich in solcher Weise mit den Polen einer Dynamomaschine verbunden, daß der elektrische Strom von Schwarzkupfer nach dem Reinkupfer geht. Hierbei wird das im Schwarzkupfer enthaltene reine Kupfer aufgelöst und auf den reinen Kupferblechen niedergeschlagen, andere lösliche Bestandtheile bleiben in Lösung, Verunreinigungen, welche nicht löslich sind, sinken zu Boden. Auf diese Weise wird nicht nur chemisch reines Kupfer gewonnen, sondern es ist auch möglich, alle vorhandenen Edelmetalle, Gold und Silber, vollständig auszubringen, während nach den besten Methoden der Röstung und Auslaugung das Silber nur bis auf etwa 0·03 Procent gewonnen werden kann. Wird überdies der elektrolytische Proceß in der richtigen Weise geführt, so erhält man ein Kupfer, welches direct walzbar ist; allerdings beeinflussen oft geringe und nicht immer berechenbare Störungen die Form der Abscheidung des Kupfers, so daß sich dasselbe nicht gleichmäßig niederschlägt, dann muß es nochmals umgeschmolzen werden.

Auf die mannigfache Anwendung, welche das Kupfer findet, haben wir schon hingewiesen. Wir erwähnten auch der großen Bedeutung, welche die verschiedenen Legirungen besitzen, unter welchen die Bronze die vornehmste ist. Sie dient nicht nur zur Herstellung mannigfacher technischer Geräthschaften und Werkzeuge, nicht nur zur Herstellung prachtvoller Kunstgegenstände und Nippessachen, sie findet auch

Verwendung, um uns die Gestalten verdienter Männer in Erz gegossen dauernd vor Augen zu erhalten und uns stets an ihr Leben und Wirken zu erinnern, und in der Glocke, die hoch oben im Thurme ihre eherne Zunge schwingt, um »die Lebenden zu rufen, die Todten zu beklagen und die Blitze zu brechen«, ist es ebenfalls nur das Kupfer in Verbindung mit dem Zinn, welches seine gewaltige Stimme über Städte und Dörfer erschallen läßt. Die dröhnende Sturmglocke, die Brand und Aufruhr verkündet, und das zarte Glöcklein, dessen heller Klang uns freundlich zur Rast im nächsten Dorfe einzuladen scheint, sie sind vielleicht aus der gleichen Werkstätte des Glockengießers hervorgegangen, wo, »festgemauert in der Erden«, ihr Geburtsort war. Und vielleicht war dieselbe Bronze, deren Klang wir mit Freude vernehmen, die unser friedliches Thun begleitet, die den Ehrentag der Braut mit ihren Feierklängen einläutet, und unseren Lieben auf dem letzten Wege noch nachklingt, vielleicht war dieselbe Bronze dereinst ein Geschützrohr, das donnernd Tod und Verderben spie und hunderten jungen und kräftigen Gestalten ein frühes Ende bereitete. Vielleicht? . . Wollen wir hoffen, daß bald alle Bronze, die diesen Zwecken dient, sich als munteres Glöcklein im Glockenstuhle schwingt. . .

Den alten Völkern waren nur sieben Metalle bekannt, und unter diesen wird auch das **Zinn** genannt. Dies ist umso erklärlicher, als in jener Zeit das Zinn eine hervorragende Rolle spielte, denn das reine Kupfer war zu den wenigsten Zwecken brauchbar, erst im Vereine mit dem Zinn bildete es eine harte Legirung, die Bronze, die dann zur Anfertigung von Werkzeugen und Waffen verwendet wurde. Die Erscheinung aber, daß Kupfer und Zinn, trotz ihrer Weichheit doch eine harte Legirung zu bilden vermochten, war auffällig, und die Alchymisten, in deren Händen die chemischen Kenntnisse des Mittelalters ruhten, stellten über dieses Verhalten umständliche Betrachtungen an, deren Folge es war, daß das fromme Zinn als »diabolus metallorum«, als der Teufel unter den Metallen bezeichnet wurde.

Trotz dieser großen Bedeutung, welche das Zinn bald erlangte, war man doch noch nicht gleich so weit, es scharf von anderen Metallen zu unterscheiden. Darauf deutet wenigstens der Umstand hin, daß Zinn und Blei in einigen nordischen Sprachen gleich oder doch ähnlich benannt werden, und noch bei den Römern, deren metallurgische Kenntnisse doch schon auf einer weit höheren Stufe der Entwickelung standen, finden wir noch den Ausdruck Plumbum album für Zinn und Plumbum nigrum für Blei.

In den indogermanischen Sprachen sind die Worte für Zinn und Blei fremden Ursprunges. Das griechische Kassiteros (Zinn) hält **Schrader** für ein Wort akkadisch-assyrischer Abstammung, welches von den Phönikern nach Entdeckung der reichen Zinngruben Westeuropas, welche sie abbauten, verbreitet wurde. Auch in der Ilias finden wir öfters das Zinn erwähnt; es dient zur Herstellung der Verzierungen an Helmen, Panzern, Schildern und Streitwagen, jedoch auch zur

erfertigung ganzer Theile der Rüstung, besonders der Beinschienen. Aber noch m die Mitte des V. Jahrhunderts v. Chr. wußte man über die Herkunft des inns nicht mehr, als daß es im äußersten Westen Europas gewonnen und von rt nach Griechenland gebracht werde. »Auch weiß ich nichts von den Zinninseln assiteriten), wo das Zinn herkommt«, sagt Herodot. Wenn aber die Römer nahmen, das Zinn stamme von den Scylliinseln, so urtheilten sie damit nicht htig, sondern seine Heimat war das heutige Cornwall an der Südwestküste glands, welches wir schon als reiche Fundstätte für Kupfer kennen lernten. Cäsar nnte schon diese Zinngruben, aber erst Diodor beschrieb die Gewinnung dieses etalles genauer, er sagt: »In der Gegend des Vorgebirges von Britannien, lches Belerion heißt, sind die Einwohner gegen Fremde äußerst gefällig und ben auch durch den Verkehr mit auswärtigen Kaufleuten mildere Sitten an-nommen. Diese Einwohner sind es, welche das Zinn bereiten, indem sie die Erde, welcher sich dasselbe befindet, auf eine künstliche Art behandeln. Es ist ein lsiger Boden, durch welchen sich Erdschichten ziehen, aus diesen gewinnen sie durch ehandlung und Ausschmelzen das reine Metall. Sie formen daraus regelmäßige ürfelförmige Stücke und bringen dieselben auf eine Insel mit Namen Iktis (das utige St. Michaels Mount in Cornwall, die noch jetzt durch einen von der Fluth edeckten Damm mit dem Festlande in Verbindung steht) in der Nähe von Bri-nnien. Wenn nämlich zur Zeit der Ebbe der Zwischenraum austrocknet, so kann an Zinn in Menge auf diese Insel bringen. Hier kaufen die Handelsleute das inn von den Einwohnern und führen es nach Gallien hinüber. Nun machen sie en Weg zu Lande durch Gallien und lassen die Waare durch Pferde tragen, bis e endlich nach ungefähr dreißig Tagen an den Ausfluß der Rhone kommen.« Plinius kennt sogar den Namen jenes, der zuerst Zinn von den Kassiteriten nach Griechenland gebracht hat, er nennt ihn Midakrito, und man hat darin den Namen des phönikischen Sonnengottes Melkart, des Schutzpatrones der phöniki-schen Seefahrer, erkannt.

Das Zinn kommt nur sehr selten gediegen in der Natur vor, und auch Ver-bindungen mit anderen Stoffen sind nicht eben häufig. Für die Gewinnung dieses Metalles hat daher nur ein Erz Bedeutung, es ist der Zinnstein oder Kassiterit, welcher seiner chemischen Zusammensetzung nach Zinnoxyd ist; er enthält 78·6 Theile Zinn und 21·4 Theile Sauerstoff. Gewöhnlich ist er sehr schön krystallisirt und zeichnet sich dann durch eigenthümliche gesetzmäßige Verwachsungen von je zwei Krystallen zu charakteristischen Zwillingsbildungen aus.

Das Zinn ist nicht, wie andere Metalle, über die ganze Erde verbreitet, vielmehr wird es nur an einzelnen Stellen, dort aber in großer Menge gefunden. Schon in früher Zeit waren die Zinnlager des böhmisch-sächsischen Erzgebirges bekannt. Bei Zinnwald durchbricht den Porphyr eine elliptische Granitkuppe von großer Ausdehnung, welche ganz mit Zinnerz durchsetzt ist, doch ist die Menge so gering, daß der Abbau nicht lohnend wäre. Dagegen findet sich an einzelnen

Stellen das Zinnerz in größeren Mengen, welche ausgebeutet werden. In ganz ähnlicher Weise tritt das Zinn auch in Altenberg im sächsischen Erzgebirge auf.

Die andere Fundstätte dieses Metalles haben wir schon kennen gelernt, es ist die Halbinsel Cornwall im äußersten Südwesten von England.

In Europa selbst kann das Zinn nur durch tiefen Bergbau gewonnen werden, viel leichter ist dagegen die Gewinnung in Ostasien und Australien, wo sich große Strecken mit zinnführendem Schwemmlande finden. Solche Zinnseifen wurden zuerst auf der Insel Bangka im Jahre 1710 aufgefunden, später wurden gleiche Lagerstätten auch in Malakka und im Jahre 1852 auf Bilitong entdeckt. Und



Zinneisenlager zu Bangka. Zu Seite 416.

zwanzig Jahre später machte man die Wahrnehmung, daß sich die Zinnlager Hinterindiens bis nach Australien fortsetzen, wo im Küstengebirge der Provinzen Victoria, Neusüdwales und Queensland große abbauwürdige zinnführende Schichten aufgefunden wurden.

Das Erzgebirge, Cornwall und Hinterindien-Australien-Tasmania decken weitaus den größten Theil des Zinnbedarfes der Erde. Neben diesen mächtigen Lagern findet sich das Zinn auch wohl vereinzelt noch an anderen Orten, doch immer nur in solch geringer Menge, daß deren Bedeutung für die Zinnproductio eine verschwindend kleine ist.

Die Verarbeitung der Zinnerze erfolgt nach verschiedenen Methoden, welch im Allgemeinen jedoch nur wenig von einander abweichen. Am vollkommensten jenes Verfahren, welches in Cornwall in Verwendung steht. Bevor jedoch d

Zinnstein der Verarbeitung zugeführt wird, muß er vorher von fremden Beimengungen befreit und geröstet werden. Das Rösten erfolgt in eigenen Oefen und hat den Zweck, Schwefel und Arsen zu entfernen; die dabei auftretenden Dämpfe, welche höchst giftig sind, werden in Giftkammern geleitet, in welchen sich das Arsentrioxyd (weißer Arsenik) verdichtet. Dann wird das geröstete Erz gewaschen, an manchen Orten wird, wenn das Erz sehr reich an Kupferoxyd ist, dasselbe mittelst verdünnter Schwefelsäure, welche das Zinndioxyd nicht angreift, in Lösung gebracht. Während des Röstens muß die Masse wiederholt umgerührt werden, was eine sehr anstrengende Arbeit ist. Es wurden deshalb rotirende Röstherde gebaut, bei welchen diese Arbeit durch Maschinenkraft bewerkstelligt wird. Das gewaschene Röstgut wird endlich nochmals erhitzt, um die letzten Antheile von Schwefel und Arsen zu entfernen, dann wird nochmals gewaschen und dieser Vorgang eventuell so lange wiederholt, bis das Röstgut, welches dann den Namen »Schwarzzinn« führt, 60—70 Procent Metall enthält, also nahezu reiner Zinnstein ist.

Manche Sorten von Zinnstein enthalten größere Mengen Wolframit, das ist eine in der Natur vorkommende Verbindung des Wolframmetalles mit Sauerstoff, Eisen und Mangan. Derselbe besitzt ein sehr hohes specifisches Gewicht und kann deshalb durch Schlämmen nicht entfernt werden, er muß aber zur Abscheidung gelangen, da sonst das erschmolzene Zinn eine mindere Qualität besitzt. Man erreicht dies am besten in der Weise, daß das geröstete Erz im Flammofen mit einer solchen Menge entwässerter Soda zusammengeschmolzen wird, daß in Wasser lösliches Natriumwolframat entsteht, daneben bilden sich die Oxyde des Eisens und Mangans, während das Zinndioxyd selbst keine Veränderung erleidet. Durch Behandeln mit Wasser wird dann das Natriumwolframat ausgezogen, Eisenoxyd und Manganoxyd wird durch Schlemmen entfernt.

Der weitere Proceß ist nun höchst einfach. Das Schwarzzinn wird mit einem Fünftel seines Gewichtes Anthracit oder Kohle gemengt, in Oefen aufgegeben, aus welchen man nach fünf bis sechs Stunden das nun reducirte Metall und die Schlacke abzieht, das Metall wird in Barren gegossen. Um dasselbe noch weiter zu reinigen, werden die Barren in einen Ofen gebracht und langsam erhitzt. Es schmilzt dann zunächst das reine Zinn und fließt in ein Gefäß über, während eine Legirung von Zinn, Eisen und Arsen auf dem Herde zurückbleibt. Unter dem Gefäße, in welches das reine Zinn abfließt, wird ein schwaches Feuer unterhalten, welches ausreicht, das Metall vor dem Erstarren zu bewahren, nun wird es mit einer Stange aus frischem Holze gepolt. Der sich bei dieser Operation bildende Schaum sowie die am Herde hinterbleibenden Rückstände, welche noch viel Zinn enthalten, werden gesondert verarbeitet.

Das Zinn ist härter als Blei, aber weicher als Gold und besitzt ein krystallinisches Gefüge. Biegt man eine Stange Zinn hin und her, so vernimmt man ein eigenthümliches Knirschen, das »Zinngeschrei«; dasselbe entsteht, indem sich die Krystalltheilchen aneinander reiben.

Reines Zinn findet ausgedehnte Anwendung. Da es sich leicht walzen läßt, stellt man aus demselben dünne Blätter, das Stanniol, her, welches zur Einhüllung leicht austrocknender Substanzen und von Nahrungsmitteln (Käse) dient; zu solchen Zwecken muß Zinnfolie und nicht Bleifolie verwendet werden, da das Zinn in den gewöhnlichen Säuren nicht löslich ist und daher eine Vergiftung ausgeschlossen ist. Ferner dient das Zinn zur Herstellung verschiedener Gefäße für den häuslichen Gebrauch, und auch in der Technik wird es vielfach seiner großen Beständigkeit wegen angewendet. Aus dem gleichen Grunde benützt man es auch, um kupferne und eiserne Gefäße zu verzinnen. Dies erfolgt bei Kupfer und Messing in der Weise, daß man die Gegenstände in das geschmolzene Metall taucht; um Gefäße im Innern mit Zinn zu überziehen, wird etwas geschmolzenes Zinn in diese gebracht und mittelst eines Wergballens an der Oberfläche vertheilt, um eine Oxydation des Metalles zu verhindern, wird etwas Colophonium oder Salmiak zugegeben.

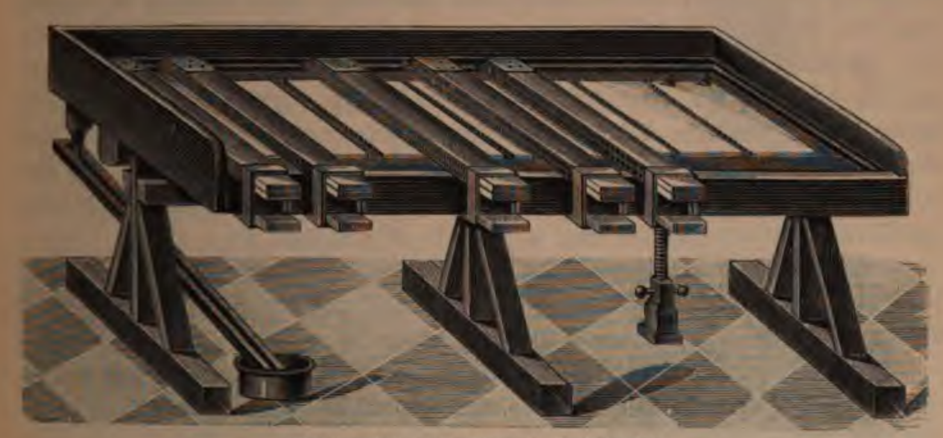
Weißblech ist ein mit einer dünnen Zinnschicht überzogenes Eisenblech; das Verzinnen geschieht, indem das mit verdünnter Salzsäure angebeizte und gereinigte Blech zunächst in heißes Fett und dann in geschmolzenes Zinn getaucht wird. Gewöhnlich verwendet man hierzu ein eisenhaltiges Zinn, so daß sich eine Eisenzinnlegirung bildet, und erst beim nächsten Ueberzuge wird reines Zinn aufgetragen.

Die wichtigsten Legirungen, zu welchen Zinn verwendet wird, haben wir schon bei Besprechung der Anwendung des Kupfers aufgeführt. Hier sei noch erwähnt, daß zur Herstellung von Gefäßen, von Deckeln für Krüge u. s. f. häufig eine Legirung von Zinn und Blei dient, welche in der Regel aus fünf Theilen Zinn und einem Theile Blei besteht, mehr Blei ist aus sanitären Gründen unzulässig. Auch das zum Löthen der Metalle verwendete Loth besteht aus Zinn und Blei.

Wichtig ist ferner auch die Legirung des Zinns mit Quecksilber, welche Zinnamalgam genannt wird. Sie dient zum Belegen der Spiegel und wird dargestellt, indem man Zinn mit Quecksilber zusammenbringt, oder Quecksilber in geschmolzenes Zinn gießt. Je mehr Quecksilber die Legirung enthält, desto weicher ist sie.

Die Herstellung der Spiegel geschieht in der Weise, daß Zinnfolie, welche geringe Mengen Kupfer und Blei enthält, auf einer Steinplatte ausgebreitet und mit Quecksilber eingerieben wird. Dann gießt man 2—3 Mm. hoch Quecksilber darüber und schiebt die zu belegende, vorher gut gereinigte Glastafel in solcher Weise auf, daß hierbei etwa auf dem Quecksilber schwimmende Verunreinigungen entfernt werden und auch keine Luftblasen hinterbleiben. Dann wird die Glastafel nach und nach immer stärker belastet, wodurch das überschüssige Quecksilber austritt und schließlich wird sie auf die Kante gestellt, um das nicht am Glase haftende überschüssige Amalgam zum Abfließen zu bringen. Die eigentlich spiegelnde Fläche ist die glatte gleichmäßige Schicht des Amalgam, das Glas die

nur dazu, um dasselbe vor Beschädigungen zu bewahren. Das Erblinden der Spiegel kommt dadurch zu Stande, daß das Amalgam krystallinisch wird, gewöhnlich beginnt dieser Proceß an einer Stelle und pflanzt sich dann langsam über die ganze Fläche fort. Bemerkt man das Auftreten einer blinden Stelle an einem Spiegel, so giebt es nur ein Mittel, um das Weiterschreiten aufzuhalten: man zieht mittelst eines scharfen Messers um die erblindende Stelle eine vollkommen geschlossene Linie, welche dann die Grenze bildet, über welche der Vorgang der Krystallbildung sich nicht weiter fortpflanzen kann, da hier der Zusammenhang des Amalgams unterbrochen ist. In neuerer Zeit werden übrigens die meisten Spiegel in der Weise verfertigt, daß man die Oberfläche der Tafel mit einer dünnen Schichte von Silber, welches durch chemische Mittel niedergeschlagen wird, über-



Tisch zum Belegen der Spiegel. Zu Seite 418.

zieht. Die Herstellung solcher Silberspiegel erfolgt nicht nur rascher als mit Hilfe des Zinnamalgams, sie sind auch heller und billiger als diese.

Da im Mittelalter die ganze Glasindustrie und ihre Nebenzweige als tiefes Geheimniß betrieben wurde, läßt es sich nicht mit Sicherheit feststellen, wann zuerst Spiegelglas mit Hilfe des Zinnamalgams verfertigt wurde, wir wissen nur, daß man schon vor der Kenntniß des Amalgams mit Blei oder Zinn belegte Spiegel herstellte. Diese wurden in der Weise bereitet, daß man in große hohle Glaskugeln, so lange sie noch heiß waren, ein Gemenge von Harz, Blei und Spießglanz brachte und die geschmolzene Masse durch Umschwenken zu einer dünnen Schichte ausbreitete, welche man erstarren ließ. Die Kugel wurde dann in Stücke zerschnitten, natürlich erhielt man auf diese Weise keine ebenen Spiegel, sondern Convexspiegel, welche die Bilder stark vergrößerten und gewöhnlich auch, in Folge der Unregelmäßigkeit der Oberfläche, verzerrten. Schon Hartmann von der Aue kannte solche Spiegel, denn er vergleicht damit einen Schild: ûzen ein lichtez spiegelglas; vil verre glaste der schîn; und 1373 bestand zu Nürnberg schon eine eigene Zunft

der Glasspiegler, die mit Venedig umfangreichen Handel trieben. Auch Dante erwähnt in seiner göttlichen Komödie wiederholt der Spiegel und sagt im »Paradies«:

> ...»Kann durch und durch der dünne Stoff nicht gehen,
> So muß wohl eine Grenze sein und hier
> Der dichte Stoff den Strahlen widerstehen.
> Zurücke blitzt sodann der Strahl von ihr —
> So wirft das Glas, auf seiner hintern Seite
> Mit Blei belegt, zurück Dein Bildnis Dir....«

Das Zink, ein Metall welches sich heute der vielfachsten Anwendung erfreut, war den alten Völkern nicht bekannt. Dazu trägt wohl der Umstand bei, daß es im gediegenen Zustande in der Natur nicht vorkommt. Wohl erwähnt Aristoteles schon das Messing, die bekannte Legirung aus Kupfer und Zink. Er nennt dieselbe Mossinöcisches Erz, beschreibt sie als sehr glänzend und hell, fügt aber ausdrücklich bei, daß zu ihrer Herstellung dem Kupfer nicht etwa Zinn zugesetzt werde, sondern daß eine Erde mit dem Kupfer zusammengeschmolzen werde. Das Metall selbst war ihm also unbekannt. Erst in einer viel späteren Zeit, bei Basilius Valentinus finden wir das Wort Zink, doch bedeutete dasselbe noch nicht das Metall, sondern nur das Erz, in welchem es enthalten ist.

Als Entdecker des Metalles Zink müssen wir dagegen Paracelsus ansehen, denn derselbe schreibt: »Also ist noch ein Metall als der Zinken; derselbig ist unbekanndt in der Gemeine und ist dermaßen ein Metall einer sonderlichen Art.«

Auch der wahre Charakter des Messings, daß es nämlich eine Legirung sei, wurde erst sehr spät erkannt und erst von Kunkel am Ende des XVII. Jahrhunderts ausgesprochen, indem er sagt: »Ich habe auch vor diesem in meinen Anmerkungen angeführt, wie der Galmei seinen mercurialischen (d. i. metallischen) Theil in das Kupfer fahren ließe und es zu Messing machte. Denn du wirst ja nimmer glauben, daß es als ein sal das Kupfer tingire; als eine terra kann es auch nicht hineingehen, maßen sonst das Kupfer sehr ungeschmeidig werden, auch nicht färben würde.«

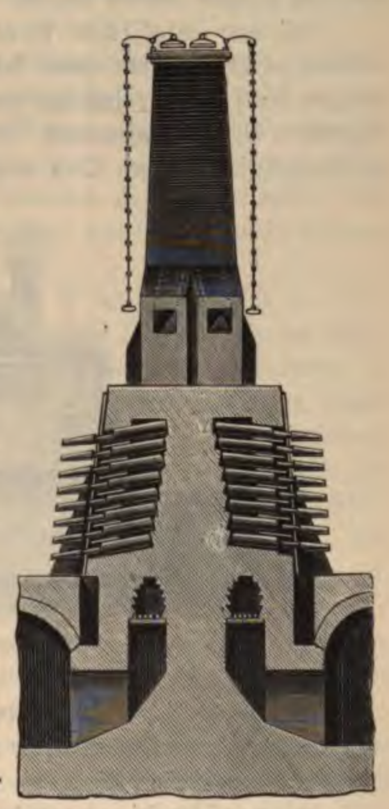
In größeren Mengen wurde allem Anscheine nach das Zink zuerst in England dargestellt und im Jahre 1743 sollen die ersten Zinkwerke in Bristol errichtet worden sein; auf dem Festlande entstand das erste Zinkwerk im Jahre 1807 zu Lüttich.

Die wichtigsten Erze des Zinks sind die Zinkblende und Galmei. Die erstere ist Schwefelzink mit 67 Procent Metall, unter dem Namen »Galmei« versteht dagegen der Bergmann zwei Erze, und zwar einerseits den Zinkspath, welcher aus kohlensaurem Zink besteht, und das Kieselzinkerz, welches Kieselsäure, Zinkoxyd und Wasser enthält.

In der Natur kommen die Zinkerze wohl fast nie für sich, sondern immer in Gemeinschaft mit Bleierzen vor, so daß fast auf allen Bleierzbergwerken be-

trächtliche Mengen von Zinkerzen gefördert werden. Die Zinkerze sind ziemlich verbreitet, die bedeutendsten Fundstätten in Europa sind in Oberschlesien und in der Gegend von Aachen gelegen, außerdem kommt es in größerer Menge auch in Schweden, Spanien und auf Sardinien vor. Der Hauptbedarf an Zink wird aber von Deutschland aus gedeckt.

Das reine Zink ist ein schönes Metall von bläulichweißer Farbe, frische Bruchflächen besitzen starken Metallglanz und zeigen ein krystallinisches Gefüge. Es ist härter als Silber, jedoch weicher als Kupfer und schmilzt bedeutend leichter als letzteres, indem sein Schmelzpunkt schon bei 412° liegt, während Kupfer erst bei circa 1300° flüssig wird. Wird es auf 500° erhitzt, so verbrennt es an der Luft mit einer lebhaften, bläulichgrün gefärbten Flamme, bei 1040° ist es dampfförmig und kann destillirt werden.



Belgischer Zinkofen. Zu Seite 421.

Ursprünglich wurde das Zink nur aus dem relativ leicht zu verarbeitenden Galmei hergestellt, die wesentlich verbesserten Methoden gestatten es aber heute auch, mit dem gleichen Erfolge Kieselzinkerz und Zinkblende zu verhütten. Zunächst werden die Erze geröstet, um Kohlensäure und Wasser zu entfernen, beziehungsweise die Zinkblende in Zinkoxyd umzuwandeln.

Die Reduction der gerösteten Zinkerze, welche gleichzeitig mit einer Destillation des gewonnenen Metalles verbunden ist, wird auf verschiedene Weise durchgeführt. Bei dem in Belgien üblichen Verfahren wird das Erz mit Kohle vermengt in Retorten aus feuerfestem Thone von röhrenförmiger Gestalt gefüllt. Jede dieser Retorten ist ungefähr ein Meter lang bei einer lichten Weite von 20 Cm. An das offene Ende wird eine schwache konische Thonröhre angeschoben und mit Lehm verschlossen, während über diese ein aus Eisenblech verfertigter Kegel gestülpt werden kann. Je 50—150 solcher Retorten werden in einen eigens construirten Ofen eingelegt; ist die Temperatur genügend hoch gestiegen, so beginnt die Reduction des Erzes, das sich entwickelnde Kohlenoxyd entweicht durch die Röhren und verbrennt mit blauer Flamme an deren Ende. Wird die Flamme durch entweichende Metalldämpfe glänzend, so wird der erwähnte Kegel aus Eisenblech aufgesteckt und nach ungefähr

zwei Stunden weggenommen, das darin befindliche Zinkoxyd wird entfernt und bei der nächsten Operation verwendet. Dann wird ein großer eiserner Löffel unter die Oeffnung der Thonröhre gehalten und in diesem das flüssige Metall, welches nun übergeht, aufgefangen und in Barren gegossen. Dann wird die Eisenröhre abermals aufgesteckt und nach weiteren zwei Stunden diese Operation wiederholt, bis nach ungefähr 11—12 Stunden die Destillation beendet ist und die Retorten neuerlich beschickt werden müssen.

Bei dem schlesischen Processe erfolgt die Destillation nicht in Retorten, sondern in Muffeln mit einem knieförmig nach abwärts gerichteten Rohre, durch welches die Dämpfe entweichen und das sich verdichtende Metall in einem tieferliegenden Gefäße ansammelt. Je 30—40 solcher Muffeln werden in einen gemeinschaftlichen flachen Ofen eingestellt und durch ein gemeinsames Feuer erhitzt.



Schlesischer Zinkofen. Zu Seite 422.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist das Zink ein sprödes Metall, und dieser Umstand war ursprünglich seiner ausgedehnteren Anwendung hinderlich. Erst als die merkwürdige Eigenschaft des Zinks entdeckt wurde, bei einer Temperatur von 100—150° geschmeidig und hämmerbar zu werden, in welchem Zustande es zu Blechen ausgewalzt oder zu Draht ausgezogen werden kann, war man in der Lage, dasselbe für technische Zwecke beliebig zu formen. Wird die Erwärmung des Zinks jedoch über 150° getrieben, so wird es wieder spröde, und bei einer Temperatur von 205° kann es leicht gepulvert werden.

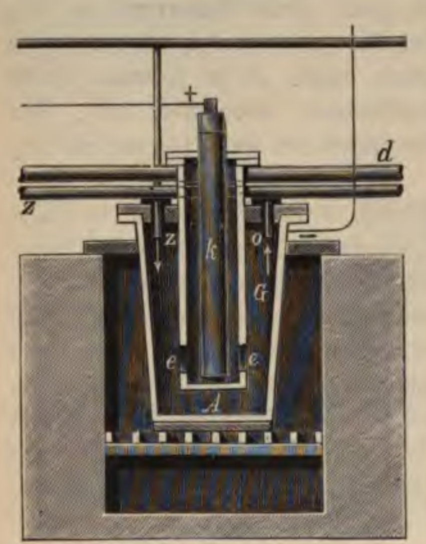
Die Anwendung des Zinks ist eine sehr ausgedehnte. Gegenüber den atmosphärischen Einflüssen ist es sehr widerstandsfähig, es überzieht sich zwar sehr bald mit einer grauen Oxydschicht, diese schützt aber trotz ihrer geringen Dicke das darunterliegende Metall vortrefflich, und Zinkblech ist deshalb zu Dacheindeckungen, zu Schiffsbeschlägen ꝛc. sehr gut verwendbar. Große Mengen dienen ferner zur Herstellung von gegossenen Gegenständen, Ornamenten für Häuser und

großen Theil seiner Erze nach Deutschland und England. Noch einer interessanten Gewinnungsstätte des Bleies in Europa müssen wir gedenken: es sind dies die ungeheuren Massen von Bleischlacken — man spricht von 40 Millionen Centnern — welche noch von altersher ausgedehnte Halden am Lauriongebirge in Griechenland bilden. Dort wurde schon in früher Zeit ausgedehnter Bergbau auf Edelmetalle getrieben, die geringe Sorgfalt, welche man damals anwendete, und auch die unzureichenden technischen Hilfsmittel, mit welchen damals die Hüttenprocesse geführt werden mußten, brachten es mit sich, daß die Ausbringung des Erzes nur eine sehr mangelhafte war; diese Schlacken enthalten 6—10 Procent Blei und solche Mengen Silber, daß dessen Gewinnung allein ausreichend wäre, um die Kosten des Betriebes zu decken.

Trotz des großen Reichthumes an Bleierzen, welchen Europa besitzt, wird es doch in dieser Hinsicht von den Vereinigten Staaten Nordamerikas übertroffen, dessen Vorräthe an Blei, meist mit Silber gepaart, nahezu unerschöpflich sind. Auch Mexiko ist reich an Bleierzen. Bis zum Jahre 1881 producirte Spanien die größte Bleimenge der Welt. Bald wurde es jedoch von Deutschland, und später in noch bedeutenderem Maße von Norddeutschland überflügelt. Besonders der Aufschwung der Bleiproduction Nordamerikas erfolgte rasch und unter merkwürdigen Verhältnissen. Ursprünglich war diese so gering, daß sie nicht einmal den Bedarf des eigenen Landes zu decken vermochte, und eine große Menge europäischer Bleierze wurde in Nordamerika verhüttet. Diese Erscheinung war aber durchaus nicht etwa in der Unkenntniß des eigenen Bleireichthumes gelegen, sondern sie war durch die damals noch höchst mangelhaften Communicationsmittel bedingt, und ferner durch den Umstand, daß fast Alles vom Goldfieber befallen war und lohnendere Beschäftigung bei der Suche nach Edelmetallen fand. Der Umschwung erfolgte erst in der Mitte der Siebzigerjahre, als die Verkehrsverhältnisse in Nordamerika bessere wurden; nun ging man mit allen Kräften daran, die im Westen gelegenen Bleierzlagerstätten auszubeuten, und die Bleiproduction erreichte rasch eine solche Höhe, daß nun nicht nur der Bedarf des Inlandes gedeckt, sondern auch eine beträchtliche Menge Blei auf den europäischen Markt geworfen wurde, wo die Bleipreise hierdurch plötzlich ganz gewaltige Rückgänge zu verzeichnen hatten.

Die **Verarbeitung** der Bleierze erfolgt im Allgemeinen nach drei verschiedenen Methoden. Bei der sogenannten **Niederschlagsarbeit** wird der Bleiglanz mit Eisen erhitzt, der Schwefel des ersteren wird dann von dem Eisen gebunden; gleichzeitig nimmt das Schwefeleisen aber auch eine geringe Menge Schwefelblei auf und bildet den Bleistein, welcher gesondert der Verarbeitung unterworfen wird. Der **Röstschmelzproceß** oder Röstreactionsproceß besteht darin, daß zunächst der Bleiglanz geröstet wird, um das Schwefelblei theilweise in Bleioxyd und in Bleisulfat überzuführen. Dann wird die Erhitzung, jedoch bei gehindertem Luftzutritte, gesteigert, es wird dann der noch vorhandene Schwefel

Gesellschaft mit kohlensaurem Kalk bildet sie den Dolomit. Das bekannte Bittersalz ist schwefelsaures Magnesium, dasselbe wird von vielen Quellen zu Tage gebracht, und auch das Meerwasser und die meisten Soolquellen enthalten Magnesium als Chlorid. Geradezu unerschöpflich ist aber der Reichthum der Erde an Magnesium beziehungsweise an dessen Salzen, wenn wir die mächtigen Salzablagerungen zu Staßfurt und Kalusz ins Auge fassen, von welchen noch in einem späteren Abschnitte die Rede sein wird. Diese Ablagerungen bestehen zum großen Theile aus Salzen, Sulfaten und Chloriden des Magnesiums, theils im nahezu reinen Zustande, theils in Verbindung mit Kaliumsalzen. So ist der Kieserit schwefelsaures Magnesium, der Kainit schwefelsaures Magnesium + Chlorkalium, der Karnallit Magnesiumchlorid + Chlorkalium. Ferner ist das Magnesium auch ein Bestandtheil mehrerer Mineralien, wie des Meerschaumes, des Asbests und noch mancher anderer.



Vorrichtung zur Darstellung des Magnesiums mittelst Elektricität. Zu Seite 424.

Das Bittersalz wurde gegen Ende des XVII. Jahrhunderts bekannt, aber erst im Jahre 1755 wurde durch Black der Nachweis erbracht, daß im Bittersalze, wie in der weißen Magnesia eine besondere Erde enthalten sei, welche er Magnesia nannte; in Deutschland pflegte man sie als Bittersalzerde oder Bittererde zu bezeichnen, ein Ausdruck, welchem man noch heute hier und da begegnet.

Die Darstellung des Magnesiums, des in den Verbindungen enthaltenen Metalles, gelang aber erst viel später durch Davy, der es jedoch noch nicht rein erhielt; 1829 stellte Bussy Magnesium im compacten Zustande durch Zusammenschmelzen von wasserfreiem Magnesiumchlorid mit dem Metalle Kalium dar. Später gewann es Bunsen durch Elektrolyse des wasserfreien Chlorides, wozu die Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln nöthig ist, da das abgeschiedene Metall, im geschmolzenen Zustande an der Luft sofort verbrennen würde.

Jetzt wird die Gesammtmenge des Magnesiums durch Elektrolyse von geschmolzenem Karnallit erhalten. Zu diesem Zwecke wird ein gußeisernes Zersetzungsgefäß A (siehe die Abbildung) mit Carnallit beschickt und in einen Herd gebracht; diese Gefäße sind aus Gußstahl und dienen gleichzeitig als negative Elektrode. Die positive Elektrode besteht aus einem Kohlencylinder k, welcher von dem mit Löchern e versehenen Einsatze G umgeben ist. Die Löcher gestatten dem geschmolzenen Salze den Zutritt, das bei der Elektrolyse entstehende freie Chlor

entweicht durch das Rohr d. Um die Oxydation des abgeschiedenen Metalles zu verhindern, wird vor Beginn der Elektrolyse aus dem Zersetzungsgefäße die Luft durch ein indifferentes Gas, wie Wasserstoff oder Stickstoff, welches man durch das Rohr o zu- und durch Z ableitet, verdrängt, dann erst wird der elektrische Strom, welchen eine Dynamomaschine liefert, geschlossen und fortwährend Gas durchgeleitet. Das erhaltene Metall wird schließlich gereinigt, indem man es im indifferenten Gasstrome destillirt.

Das Magnesium ist ein silberweißes, sehr leichtes Metall, welches unterhalb 800° schmilzt; bringt man ein zu einem Drahte ausgezogenes oder zu einem Bande ausgewalztes Stück Magnesium in die Flamme einer Weingeistlampe, so entzündet sich das Metall und verbrennt dann mit blendend bläulichweißem Lichte. Dieser Eigenschaft verdankt es seine Anwendung, denn zu anderen Zwecken eignet sich das Metall nicht. Das Licht des verbrennenden Magnesiums ist aber nicht nur äußerst intensiv — ein brennender Magnesiumdraht mit einem Durchmesser von 0·297 Mm. strahlt die gleiche Lichtmenge aus wie 74 Stearinkerzen, von denen zehn ein Kilogramm wiegen — sondern es ist auch sehr reich an chemisch wirksamen Strahlen, so daß es sich vortrefflich zur Erhellung unterirdischer Räume, welche man zu photographiren beabsichtigt, so von Höhlen, Bergwerken 2c. eignet. In jüngster Zeit, seit es gelungen ist, die zur Fixirung des Bildes bestimmten photographischen Platten mit solcher Empfindlichkeit herzustellen, daß es nicht nur möglich ist, eine Schwalbe im Fluge, sondern auch das Geschoß in jenem Augenblicke, in welchem es den Lauf verläßt, zu photographiren, genügt es, wenn solche unterirdische Räume einen Augenblick lang erhellt werden. Man verbrennt dann auch nicht Magnesiumband oder Draht, sondern Magnesiumpulver, welches man mittelst eines kleinen Kautschukgebläses durch eine Weingeistflamme bläst. Im Momente des Durchfliegens entzündet sich das Metall und es entsteht eine ungemein helle, garbenförmige Flamme, das sogenannte Blitzlicht. Ferner dient das Magnesium auch zur Herstellung von Fackeln, als Signallicht und endlich in der Feuerwerkerei. Bald nach der Entdeckung und nachdem man gelernt, dieses hochinteressante Metall billig darzustellen, gab man sich weitgehenden Hoffnungen bezüglich dessen Anwendbarkeit als Beleuchtungsmateriale hin. Diese Erwartungen haben sich jedoch nicht erfüllt, schon aus dem Grunde, da das bei der Verbrennung des Magnesiums entstehende Magnesiumoxyd in geschlossenen Räumen sehr bald sich in höchst unangenehmer Weise bemerkbar macht. Ueberdies erstand im elektrischen Lichte bald ein mächtiger Concurrent, neben welchem das Magnesium als Lichtspender nur in Ausnahmsfällen bestehen kann. Eine dauernde Anwendung wird es aber bestimmt in der Photographie finden, da es zur Erzeugung eines momentanen starken Lichteffectes geradezu ideal ist und hierzu keine besonderen Vorrichtungen nöthig sind.

Während Zink, Cadmium und Magnesium in ihren chemischen Eigenschaften manche Uebereinstimmung zeigen, demnach auch in eine natürliche Familie gehören,

und andere solche natürliche Familien Eisen, Kobalt und Nickel oder Kupfer, Silber und Quecksilber bilden, weicht das Blei in seinem chemischen Verhalten in mancher Hinsicht wesentlich von allen anderen Metallen ab. Es bildet somit eine Gruppe für sich, ihm nahestehend ist nur ein einziges, jedoch sehr seltenes Metall, welches in der Technik überhaupt keine Anwendung findet, nämlich das Thallium. Die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Blei und Thallium sind aber auch nur sehr loser Natur; letzteres Metall steht in mancher Beziehung den Alkalimetallen Kalium und Natrium nahe, andererseits aber doch auch dem Blei, und dieses Verhalten trug ihm die Bezeichnung des »Schnabelthieres unter den Elementen« ein, von welchem Wesen man durch lange Zeit nicht wußte, ob es den Säugethieren oder den Vögeln zuzuzählen sei. Das Thallium ist übrigens auch dadurch interessant, daß es zuerst auf Grund der Spectralanalyse vorausgesagt und dann später wirklich dargestellt wurde.

Das Blei war jedenfalls schon früher den Menschen bekannt; im alten Testament wird es mit dem Ausdrucke opheret, wohl abgeleitet von aphar, grau, und in der ältesten griechischen Uebersetzung mit molibos, woraus später molybdos wurde, bezeichnet. Trotzdem dürfte es lange Zeit mit dem Zinn verwechselt worden sein, und wir erwähnten schon, daß Plinius beide Metalle blos als Plumbum nigrum und Plumbum candidum bezeichnet. Das Blei war dem Saturn gewidmet, was auch noch in den alchymistischen Schriften zum Ausdrucke kommt, indem statt seines Namens häufig das Zeichen dieses Planeten ♄ steht.

Der Umstand, daß das Blei schon frühzeitig bekannt war, läßt sich aber aus seinem Auftreten erklären. Im gediegenen Zustande wird es wohl nur höchst selten gefunden, dafür besitzen aber seine Erze, wie z. B. der Bleiglanz, vielfach das Aussehen von Metallen, sie sind auch leicht zu reduciren, und das erschmolzene Metall ließ sich willig bearbeiten und mit anderen Metallen legiren. Es ist aber selbst sehr wenig widerstandsfähig, wird leicht von den verschiedensten Körpern angegriffen und ist in mancher Beziehung ein unedles Metall: es klingt weder, noch besitzt es Elasticität und Zähigkeit wie diese.

Das wichtigste Bleierz ist unstreitig der Bleiglanz, welcher aus 86 Theilen Blei und 14 Theilen Schwefel besteht, gewöhnlich enthält er auch geringe Mengen Silber. Er besitzt die charakteristische graue Farbe des Bleies und lebhaften Metallglanz; außerdem kommt Blei noch als Arsenverbindung, als Bleiarsenglanz, als Bleiantimonglanz &c. vor, welche jedoch alle nur von untergeordneter Bedeutung sind. Die Bleierze sind ziemlich verbreitet und kommen in der Regel in Gesellschaft anderer Erze vor; bekannt ist der Bleiberg bei Villach und Raibl am Fuße des Predilpasses in Kärnten, ferner Přibram, Mies und Bleistadt in Böhmen. In Deutschland finden sich in Oberschlesien bedeutende Lager von Bleierzen, dann im Oberharz, in Nassau und Hessen an der Lahn, im sächsischen Erzgebirge u. s. f. Auch Großbritannien, Belgien, Frankreich und Spanien fördern beträchtliche Mengen dieses Metalles, Spanien exportirt, des Holzmangels wegen, jedoch einen

großen Theil seiner Erze nach Deutschland und England. Noch einer interessanten Gewinnungsstätte des Bleies in Europa müssen wir gedenken: es sind dies die ungeheuren Massen von Bleischlacken — man spricht von 40 Millionen Centnern — welche noch von altersher ausgedehnte Halden am Lauriongebirge in Griechenland bilden. Dort wurde schon in früher Zeit ausgedehnter Bergbau auf Edelmetalle getrieben, die geringe Sorgfalt, welche man damals anwendete, und auch die unzureichenden technischen Hilfsmittel, mit welchen damals die Hüttenprocesse geführt werden mußten, brachten es mit sich, daß die Ausbringung des Erzes nur eine sehr mangelhafte war; diese Schlacken enthalten 6—10 Procent Blei und solche Mengen Silber, daß dessen Gewinnung allein ausreichend wäre, um die Kosten des Betriebes zu decken.

Trotz des großen Reichthumes an Bleierzen, welchen Europa besitzt, wird es doch in dieser Hinsicht von den Vereinigten Staaten Nordamerikas übertroffen, dessen Vorräthe an Blei, meist mit Silber gepaart, nahezu unerschöpflich sind. Auch Mexiko ist reich an Bleierzen. Bis zum Jahre 1881 producirte Spanien die größte Bleimenge der Welt. Bald wurde es jedoch von Deutschland, und später in noch bedeutenderem Maße von Norddeutschland überflügelt. Besonders der Aufschwung der Bleiproduction Nordamerikas erfolgte rasch und unter merkwürdigen Verhältnissen. Ursprünglich war diese so gering, daß sie nicht einmal den Bedarf des eigenen Landes zu decken vermochte, und eine große Menge europäischer Bleierze wurde in Nordamerika verhüttet. Diese Erscheinung war aber durchaus nicht etwa in der Unkenntniß des eigenen Bleireichthumes gelegen, sondern sie war durch die damals noch höchst mangelhaften Communicationsmittel bedingt, und ferner durch den Umstand, daß fast Alles vom Goldfieber befallen war und lohnendere Beschäftigung bei der Suche nach Edelmetallen fand. Der Umschwung erfolgte erst in der Mitte der Siebzigerjahre, als die Verkehrsverhältnisse in Nordamerika bessere wurden; nun ging man mit allen Kräften daran, die im Westen gelegenen Bleierzlagerstätten auszubeuten, und die Bleiproduction erreichte rasch eine solche Höhe, daß nun nicht nur der Bedarf des Inlandes gedeckt, sondern auch eine beträchtliche Menge Blei auf den europäischen Markt geworfen wurde, wo die Bleipreise hierdurch plötzlich ganz gewaltige Rückgänge zu verzeichnen hatten.

Die Verarbeitung der Bleierze erfolgt im Allgemeinen nach drei verschiedenen Methoden. Bei der sogenannten Niederschlagsarbeit wird der Bleiglanz mit Eisen erhitzt, der Schwefel des ersteren wird dann von dem Eisen gebunden; gleichzeitig nimmt das Schwefeleisen aber auch eine geringe Menge Schwefelblei auf und bildet den Bleistein, welcher gesondert der Verarbeitung unterworfen wird. Der Röstschmelzproceß oder Röstreactionsproceß besteht darin, daß zunächst der Bleiglanz geröstet wird, um das Schwefelblei theilweise in Bleioxyd und in Bleisulfat überzuführen. Dann wird die Erhitzung, jedoch bei gehindertem Luftzutritte, gesteigert, es wird dann der noch vorhandene Schwefel

durch den Sauerstoff des Bleioxydes und des Bleisulfats in schweflige Säure verwandelt. Diese verflüchtigt sich und das metallische Blei fließt aus. Bei der ordinären Bleiarbeit, auch Röstreductionsproceß genannt, wird endlich das Erz zunächst so vollständig als möglich abgeröstet, um Schwefel, Arsen und Antimon zu entfernen und das hinterbleibende Gemenge von Bleioxyd und Bleisulfat bei nicht zu hoher Temperatur im Schachtofen unter geeigneten Zuschlägen reducirt, während die fremden Metalle in die Schlacke gehen. Während dieser Proceß bei allen Bleierzen angewendet werden kann, ist dies bei den beiden anderen nicht der Fall. So eignet sich die Niederschlagsarbeit nur für solche Bleierze, welche blos geringe Mengen fremder Schwefelmetalle enthalten, und der Röstschmelzproceß kann nur dann zur Anwendung kommen, wenn Erze vorliegen, welche im Maximum 4 bis 5 Procent Kieselsäure führen.



Ofen zur Bleigewinnung. Zu Seite 428.

Auf der Anwendung des Röstschmelzprocesses beruht der in England übliche Flammofenproceß, bei welchem ein kalkhaltiger, aber kieselsäurefreier Bleiglanz verarbeitet wird. Dieser wird zunächst kurze Zeit, während man die Temperatur rasch steigert, auf dem Herde eines Flammofens geröstet, endlich fließt Blei aus und unzersetzter Bleiglanz hinterbleibt. Dieser wird dann abermals bei niedrigerer Temperatur einer zweiten Röstung unterworfen und durch Erhöhung der Temperatur die zweite Reaction eingeleitet, und werden diese Vorgänge so lange wiederholt, als noch Blei ausfließt. Zuschläge von Kalk verhindern, daß die ganze Masse schmilzt. Diese Oefen besitzen (siehe die Abbildung) folgende Einrichtung: Auf dem Roste F wird ein Feuer bereitet, dessen Gase durch den Feuerungsraum A über den Sumpf B nach dem Schlote C ziehen. Im Sumpfe sammelt sich das ausfließende Blei an und wird durch eine Stichöffnung von Zeit zu Zeit abgezogen. Durch den Trichter T wird die Charge eingebracht, P dient als Schüröffnung zur Bedienung des Feuers, und die Oeffnungen o dienen dazu, die Masse umkrücken zu können.

Die in Kärnten übliche Arbeitsweise ist der beschriebenen ähnlich, nur stehen kleinere Herde in Verwendung. Zunächst wird die Röstung so lange fortgesetzt, bis sich Bleitropfen zeigen, dann wird die Temperatur gesteigert und so lange gerührt, bis kein Rührblei mehr austritt. Nachdem nun Kohle zugefügt wurde,

wird das Erhitzen fortgesetzt, wobei das schon wesentlich unreinere Preßblei ausfließt. Das reinste Blei, welches zu Anfang des Processes gewonnen wird, führt auch den Namen Jungfernblei.

Die Ausbeute bei diesem Verfahren ist größer als bei dem englischen Processe; man hat diesen auch deshalb in ähnlicher Weise modificirt und verarbeitet in großen Oefen Chargen von 3500—4000 Kgr. Erz.

Das sogenannte Werkblei, welches nach den verschiedenen Verfahren gewonnen wird, ist stets in größerem oder geringerem Maße silberhaltig, und der Gehalt an Silber ist meist groß genug, um die Ausbringung desselben lohnend erscheinen zu lassen. Früher erreichte man dies in der Weise, daß das Werkblei auf dem Treibherde bei starkem Luftzutritte geschmolzen und hierdurch, da es sich sehr leicht oxydirt, nach und nach in Bleiglätte übergeführt wurde. Letztere wurde dann in Schachtöfen mit Kohle reducirt. War alles Blei abgestrichen, so hinterblieb das Silber im geschmolzenen Zustande, und nach dem Zerreißen der letzten, in allen Farben schillernden Haut von Bleiglätte zeigte es plötzlich seine helle Oberfläche, den »Silberblick«.

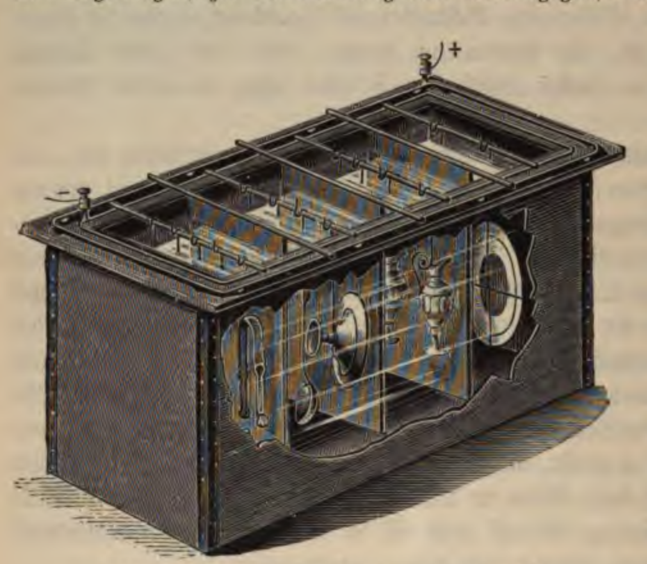
Die Treibarbeit ist aber nur dann wirklich lohnend, wenn das Blei größere Mengen, jedenfalls mehr als 0·03 Procent, Silber enthält. Es war daher ein großer Fortschritt, als vor beiläufig 60 Jahren das Pattison'sche Verfahren aufkam, welches es gestattet, auf sehr einfache und billige Weise das Blei zu entsilbern. Dieses Verfahren basirt auf der Erscheinung, daß, wenn geschmolzenes Blei langsam abgekühlt wird, sich zunächst Bleikrystalle abscheiden, welche wesentlich weniger Silber enthalten, als der noch flüssige Theil. Indem man nun die sich bildenden Krystalle immer ausschöpft und sie sowie den flüssigen Antheil immer neuerdings dieser Behandlung unterwirft, so erhält man schließlich einerseits fast silberfreies Blei, andererseits aber das sehr silberhaltige Reichblei, welches nun mit Vortheil auf dem Treibherde verarbeitet werden kann.

Das Blei ist ein an frischen Schnittflächen glänzendes Metall von hohem specifischen Gewichte; es schmilzt bei 334° und fängt bei heftiger Rothgluth zu verdampfen an, durch welchen Umstand bei der Gewinnung stets gewisse Verluste bedingt sind.

Die Anwendung des Bleies ist eine sehr vielseitige. Da es von nicht zu concentrirter Schwefelsäure nicht angegriffen wird — es entsteht nämlich zunächst ein Häutchen von Bleisulfat, welches wohl in concentrirter, nicht aber in verdünnterer Säure löslich ist — dient es zur Herstellung von Concentrationspfannen in den Schwefelsäurefabriken; erreicht jedoch die Säure eine bestimmte Concentration, so muß sie weiter in Gefäßen aus Platin eingedampft werden. Ferner wird es auch zur Herstellung der Bleikammern, großer, aus Bleiplatten zusammengestellter Behälter, in welchen die durch Verbrennen von Schwefel erhaltene schweflige Säure in Schwefelsäure übergeführt wird, zu Röhren, Retorten und als Materiale zum Eindecken der Dächer, zur Herstellung von Schrot und

Das Nickel ist in mancher Beziehung dem Eisen sehr ähnlich. Es ist wie dieses magnetisch, läßt sich hämmern und schweißen, und kann auch mit Eisen und Stahl zusammengeschweißt werden. Von dieser Eigenschaft macht man ausgedehnten Gebrauch, und solches nickelplatirtes Eisen dient zur Herstellung von Küchengeräthschaften und zu ähnlichen Zwecken. Es besitzt gegenüber dem Kupfer den Vortheil, daß es härter ist als dieses, und seine Verbindungen minder giftig sind, als die löslichen Verbindungen des Kupfers.

Die größte Menge des Nickels wird aber heute unstreitig, abgesehen von den Legirungen, zur Vernickelung von Metallgegenständen auf galvanischem Wege verbraucht. Zu diesem Zwecke bringt man die zu vernickelnden Gegenstände, nachdem deren Oberfläche sorgfältig gereinigt wurde, in eine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung von Nickelammoniumsulfat, und verbindet sie mit dem einen Pol einer schwachen Batterie, während der andere mit einer in dem Bade hängenden Platte aus reinem Nickel, welche als positive Elektrode dient, verbunden ist. Wird dann der Strom geschlossen, so scheidet sich



Nickelbad zur galvanischen Vernickelung. Zu Seite 434.

eine dünne, aber sehr haltbare Schichte von reinem Nickel auf den Metallgegenständen ab, während die negative Elektrode, die Nickelplatte, in dem Maße, als sich Nickel aus der Lösung abscheidet, selbst in Lösung geht, wodurch das Bad stets die gleiche Concentration behält. Durch Poliren wird dann dem ursprünglich matten Ueberzug Hochglanz ertheilt; in der Regel werden die zu vernickelnden Gegenstände vorerst galvanisch verkupfert, wodurch man ein besseres Anhaften des Nickelüberzuges erreicht.

Ausgedehnte Verwendung findet das Nickel ferner zur Herstellung verschiedener Legirungen, unter welchen das **Neusilber** oder Argentan die gebräuchlichste ist. Dasselbe ist eine Legirung aus Kupfer, Nickel und Zink, welche gewöhnlich 5 Theile Kupfer, 2 Theile Nickel und 2 Theile Zink enthält, diese Mischung besitzt dann das Aussehen und die Farbe des zwölflöthigen Silbers.

Die Darstellung dieser wichtigen Legirung erfolgt derart, daß man zunächst die Hälfte des Kupfers mit dem Zink zusammenschmilzt und die Mischung in

dünnen Platten ausgießt. Die andere Hälfte des Kupfers, welches sehr rein sein muß, wird dann mit dem Nickel unter einer Kohlendecke zusammengeschmolzen und die Kupfer-Zinklegirung eingetragen. Nach dem Erstarren zeigt das Neusilber ein krystallinisches Gefüge, und es würde zu den wenigsten Zwecken anwendbar sein, wenn sich dieses nicht durch Glühen vor der Bearbeitung beseitigen ließe. Dann kann das Neusilber aber in gleicher Weise wie Messing bearbeitet werden, es läßt sich schmieden, walzen und zu Draht ziehen und ist härter als die Legirung von Kupfer und Zink.

Wird dem Neusilber eine geringe Menge Wolfram zugesetzt, so bildet sich eine Legirung, welche kaum von Silber zu unterscheiden ist und sich an der Luft noch besser hält als das Neusilber. Diese Legirung führt die Bezeichnung Platinoid.

Bedeutende Mengen Nickel werden in verschiedenen Staaten nun auch in Legirung mit Kupfer zur Herstellung von Scheidemünzen gebraucht. Diese besitzen nicht nur ein schöneres Aussehen als Kupfer, sondern sie nützen sich ihrer größeren Härte wegen auch wesentlich langsamer ab als dieses, ferner besitzt die Legirung an sich einen höheren Werth als Kupfer, so daß sie minder schwer zu sein brauchen. Damit sind die vortheilhaften Eigenschaften der Nickelmünzen aber noch nicht erschöpft. Die Prägung solcher Stücke erfordert sehr kräftige Maschinen, und überdies ist große Sachkenntniß und Erfahrung nöthig, um stets die gleiche Legirung zu erhalten, so daß auch diese Umstände dem Treiben von Falschmünzern erschwerend in den Weg treten. Die Schwierigkeit, eine gleichmäßig dichte Legirung zu erhalten, wird nämlich dadurch bedingt, daß dieselbe beim Schmelzen bedeutende Mengen von Gasen absorbirt, und zwar um so mehr, je reicher die Mischung an Nickel und je höher die Temperatur ist. Beim Erkalten werden die Gase wieder ausgetrieben, und man erhält, wenn nicht gewisse, nur den Eingeweihten bekannte Bedingungen eingehalten werden, ein poröses Metall, welches zur Prägung von Münzen nicht geeignet ist. Läßt man eine längere Zeit im geschmolzenen Zustande erhaltene Kupfer-Nickellegirung in Wasser fallen, so erstarrt sie oft durch die dann plötzlich austretenden Gase zu hohlen Kugeln, welche so dünn sind, daß sie auf dem Wasser schwimmen.

Ebenso wenig wie das Nickel, kommt auch das Kobalt nicht im gediegenen Zustande in der Natur vor. Die wichtigsten Erze sind der Kobaltkies, eine Verbindung von Kobalt und Schwefel, der Speiskobalt, welcher aus Kobalt, Nickel, Eisen und Arsen besteht, ferner der Tesseralkies, Arsenkobalt, der Kobaltglanz und viele andere.

Das Kobaltmetall würde man in der gleichen Weise erhalten, wie das metallische Nickel, doch findet ersteres keine, oder doch nur eine sehr geringe Anwendung in der Technik. Dagegen dient das Kobalt in ausgedehntem Maße zur Blaufärbung von Glas und Glasflüssen und letztere bilden unter dem Namen »Smalte« einen prächtig blauen Farbstoff. In früherer Zeit wurde dieser sehr

häufig angewendet, mußte aber später gegen das Ultramarin und gegen die Theerfarbstoffe zurücktreten, trotzdem er den Vorzug größerer, fast unbegrenzter Dauerhaftigkeit besitzt.

Die Eigenschaft der Kobalterze, Glasflüsse blau zu färben, war schon den Aegyptern bekannt, denn es fanden sich von diesem merkwürdigen Volke herstammende Glasgegenstände, welche unzweifelhaft mit Kobalt gefärbt waren. Die allgemeine Anwendung des Kobalts zu diesem Zwecke datirt jedoch erst aus dem XVI. Jahrhunderte, denn im Jahre 1550 soll ein Glasmacher im Erzgebirge Namens Christoph Schürer durch Zufall diese Eigenschaft des Kobalts entdeckt haben, indem er ein Stück Erz in einen Hafen mit geschmolzenem Glase warf. Er soll dann sein Geheimniß an die Engländer verkauft haben, welche den Werth dieser Erfindung erkannten und Smaltewerke errichteten, die hierzu erforderlichen Kobalterze aber aus Sachsen bezogen. Kurfürst Georg I. untersagte dann die Ausfuhr solcher Erze und errichtete selbst Smaltewerke, und diese Farbe kam bald so in Gebrauch, daß sie, wie Kunkel sagt, »seiner kurfürstlichen Durchlaucht zu Sachsen nicht wenig einträgt«.

War aber auch die Eigenschaft der Kobalterze, blaue Glasflüsse zu liefern, schon früher bekannt, so erfolgte die Entdeckung, daß in den Kobalterzen ein besonderes Metall enthalten sei, erst zu einer viel späteren Zeit. Ursprünglich war man der Ansicht, daß die blaue Farbe der Smalte durch Eisen und Arsen hervorgerufen werde; im Jahre 1735 behauptete Brandt jedoch, daß die blaue Färbung durch die Anwesenheit eines besonderen Metalles verursacht wird, welches er Kobaltkönig nannte; er beschrieb dasselbe als strengflüssig und magnetisch, zwei Beobachtungen, welche wohl mit aller Deutlichkeit darthun, daß Brandt thatsächlich metallisches Kobalt, wenn auch wahrscheinlich in unreinem Zustande, in Händen gehabt.

Zur Darstellung aller Kobaltverbindungen geht man in der Regel vom Speiskobalt oder einem anderen arsenhaltigen Erze aus, welches, an der Luft geröstet, ein unreines Kobaltarsenat liefert, dasselbe kommt auch unter dem Namen Zaffer in den Handel und wird dann weiter verarbeitet. Gewöhnlich enthalten jedoch die Kobalterze noch andere Metalle, wie Eisen, als Verunreinigungen, welche vorerst beseitigt werden müssen; dies geschieht durch eine Schmelzoperation, indem das geröstete Erz mit Kalkspath oder Sand verschmolzen wird, wobei sich Eisenschlacke und die Kobaltspeise oder der Stein bildet, welcher abermals geröstet und dann mit starker Salzsäure ausgezogen wird. Durch Fällung mit verschiedenen Reagentien wird die Lösung dann von allen fremden Metallen befreit und schließlich aus der geklärten Lösung durch Chlorkalk das Kobaltoxyd niedergeschlagen. Dasselbe kommt im Handel vor und dient zum Färben von Glas und Porzellan, sowie auch zur Darstellung der Kobaltverbindungen.

Die Smalte, welche im gemahlenen Zustande als Farbe dient, wird jedoch nicht aus dem Kobaltoxyde, sondern direct aus den Erzen dargestellt, welche m[illegible]

dem vorsichtigen Rösten, um nur das Kobalt zu oxydiren und die Verunreini-
gen wie Nickel, Eisen, Kupfer 2c. als Erz zu erhalten, mit Quarzsand und
tasche schmilzt. Dabei bilden die Verunreinigungen die sogenannte Speise, welche
rnt wird, und wird das Glas mit Löffeln in kaltes Wasser geschöpft, zerstoßen,
ischen und schließlich im nassen Zustande auf das Feinste vermahlen. Die Zu-
nensetzung der Smalte ist jedoch großen Schwankungen unterworfen, da der
alt der Erze an Kobalt ebenfalls ein sehr wechselnder ist und auch in den
hiedenen Fabriken wechselnde Mengen Sand und Pottasche angewendet werden.

Das Kobalt ist überhaupt ein Metall, dessen Verbindungen sich durch
htige Färbungen auszeichnen. Durch Fällen eines Gemisches von Zink- und
altsulfat mit Sodalösung und Glühen des erhaltenen Niederschlages erhält
einen schönen grünen Farbstoff, Rinmann's Grün, und durch Glühen von
nerde mit Kobaltoxyd oder mit Kobaltarsenat wird eine schön blaue Verbindung,
Kobaltultramarin oder Thenard's Blau, dargestellt. Von ganz besonderer
benpracht sind aber die Verbindungen des Kobalts mit Ammon, die Kobalt-
noniumverbindungen. Die meisten derselben zeigen im krystallinischen Zustande
hroismus, das heißt jeder Krystall zeigt im auffallenden Lichte eine andere
bung als im durchfallenden.

Eine merkwürdige Eigenschaft zeigt das Kobaltchlorid. Dasselbe besitzt im
serhaltigen Zustande eine rothe, im wasserfreien aber eine blaue Farbe. Man
n diese Erscheinung beliebig oft hervorrufen, indem man die wasserhaltigen
stalle vorsichtig erwärmt, so daß sie ihr Krystallwasser verlieren, wobei sie blau
den. Läßt man sie dann wieder einige Zeit an der feuchten Luft liegen, so
men sie Wasser auf und gehen in die rothe Verbindung über. Von diesem Verhalten
man zur Herstellung der sogenannten »sympathetischen Tinten« Gebrauch
macht. Unter dieser Bezeichnung werden nämlich solche Flüssigkeiten verstanden,
che zunächst unsichtbare Schriftzüge liefern, die aber durch eine bestimmte Be-
dlung zum Erscheinen gebracht werden können. Eine solche Flüssigkeit ist bei-
elsweise schon die Schwefelsäure. Schreibt man mit derselben im verdünnten
stande auf Papier, so verschwinden nach dem Trocknen die Schriftzüge voll-
dig. Erwärmt man aber das Blatt, so verliert die Schwefelsäure Wasser, sie
d concentrirt und dann greift sie das Papier an, indem sie es verkohlt. Es
en dann die Schriftzüge tief schwarz hervor, können jedoch nicht mehr entfernt
den, da an der Stelle ihres Erscheinens das Papier eben verkohlt ist. Schreibt
n mit einer verdünnten Lösung des Kobaltchlorides, so sind die Schriftzüge
nfalls unsichtbar. Sie treten jedoch in blauer Farbe hervor, wenn das Papier
ärmt und dadurch das Salz entwässert wird. Nach einiger Zeit verblassen sie
och wieder, sobald wieder Wasseranziehung stattgefunden hat, sie können aber
iebig oft hervorgerufen werden.

Noch zu einer anderen Spielerei, welche von Zeit zu Zeit immer aufs Neue
ftaucht, wird das Kobaltchlorid verwendet, nämlich zur Herstellung der Wetter-

blumen, Wetterbilder, Wetterhexen u. s. f., welche Regen anzeigen sollen. Es sind dies künstliche Blumen aus weißem Zeuge, welche mit der Lösung eines Kobaltsalzes getränkt sind, oder gewisse Theile einer Landschaft, wie der Himmel, Wasser &c., sind mit Kobaltchlorid gemalt, oder die Kleider einer Puppe sind mit diesem Salze gefärbt und je nach dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft nehmen sie alle Farbenschattirungen von Rosa bis Blau an. Nun wird allerdings die Farbe dunkler, wenn die Luft trockener, und heller, wenn sie wasserreicher wird, doch daraus läßt sich noch durchaus kein Schluß auf die zukünftige Gestaltung des Wetters ziehen, denn der Wassergehalt der Luft hängt von verschiedenen Umständen ab. Das einzig verläßliche Instrument zur Witterungsprognose ist ein gutes Barometer, überdies werden diese Wetterblumen und wie alle diese Spielereien heißen, gewöhnlich zu einem Preise ausgeboten, welcher in gar keinem Verhältnisse zu ihrem reellen wie ideellen Werthe steht.

Sehr ähnlich in chemischer Beziehung sind sich auch **Antimon** und **Wismuth**, zwei Metalle, welche jedoch nur geringe Anwendung in der Technik finden und deshalb auch nur selten im reinen Zustande dargestellt werden. Von größerer Bedeutung sind dagegen gewisse Verbindungen dieser Metalle und auch zur Darstellung wichtiger Legirungen werden sie verwendet.

Das Antimon kommt vornehmlich in Verbindung mit Schwefel als Spießglanz vor, und dieser war schon in früher Zeit bekannt. Im Orient dient er den Frauen als kosmetisches Mittel, indem er zum Bemalen und Vergrößern der Augenbrauen verwendet wird. Da dieses Mineral gewisse merkwürdige Eigenschaften besitzt, so zog es schon früher die Aufmerksamkeit der Alchymisten auf sich, besonders Basilius **Valentinus** hat sich viel mit den Verbindungen des Antimons befaßt und seine Erfahrungen in einem Buche, betitelt »Triumphwagen des Antimonii«, erschienen im Jahre 1460, niedergelegt. Von ihm rührt auch die Benennung Spießglas her, er sagt in dem erwähnten Buche:

»Damit ich, wie nicht unbillig, auch von dem Namen der Materie etwas sage, so soll man das und dieses wissen, daß diese Materia von den Arabern in ihrer Sprache lange Zeit und von Alters her genannt worden Asinat; die Chaldäer haben es Stibium intitulirt. In der lateinischen Sprache hat man es bis auf den jetzigen schwebenden Tag Antimonium geheißen. Die sich aber der unseren deutschen Muttersprache allein einfältig befließen, haben dieselbe Materia für ein Spießglas angerufen zu nennen, aus denen Ursachen, weil solche Materia spießig und ein Glas daraus zu machen ist.« Und in der That bildet der Spießglanz gewöhnlich auch aus langen Nadeln bestehende Aggregate; außer in diesem Minerale betheiligt sich jedoch das Antimon auch an der Zusammensetzung verschiedener anderer, wie Kupferantimonglanz und Bleiantimonglanz.

Die Darstellung des Antimons aus Spießglanz geschieht auf eine sehr einfache Weise. Zunächst wird das Sulfid, um es von den erdigen Beimengungen zu trennen, ausgeschmolzen und dann entweder mit Kohle oder rohem Weinstein

reducirt, nachdem es durch Rösten in Oxyd übergeführt wurde. Ein anderes Verfahren, die Niederschlagsarbeit, besteht darin, daß man dem Antimonsulfid durch Schmelzen mit Eisen den Schwefel entzieht. Das geschmolzene Metall wird dann in flache Formen gegossen und in diesen, von Schlacke bedeckt, langsam erkalten gelassen. Dann zeigt es an der Oberfläche eine eigenthümliche, durch das krystallinische Gefüge bedingte sternförmige Zeichnung und führt den Namen Regulus antimonii stellatus.

Diese charakteristische sternförmige Zeichnung war schon den Alchymisten aufgefallen und Basilius Valentinus weist in seinem »Wiederholung des großen Steines der uralten Weisen« ausdrücklich darauf hin, indem er sagt: »Das Antimonium ist ein Herr in der Medicin; aus ihm wird mit Weinstein und Salz ein König (Regulus, die alchymistische Bezeichnung für einen aus Erz erschmolzenen Metallklumpen) gemacht; so man dem Spießglas im Schmelzen etwas vom Stahleisen zugiebt, giebt es durch einen Handgriff einen wunderbarlichen Stern, so die Weisen vor mir den philosophischen Signalstern geheißen haben.« An einer anderen Stelle macht Basilius Valentinus nun allerdings darauf aufmerksam, daß Antimon reguli mit und ohne Stern, also langsam und rasch erstarrte, vollkommen identisch seien, doch sowohl er als auch andere Chemiker waren der Ansicht, daß dieser Stern nur dann entstehen könne, wenn Eisen zur Darstellung angewendet wird. Bei vielen Alchymisten, die in solchen Erscheinungen immer etwas Absonderliches zu suchen und übernatürliche Einflüsse zu sehen gewohnt waren, war aber die Anschauung verbreitet, daß nicht nur ein Gehalt an Eisen, sondern auch die richtige Constellation der Planeten erforderlich sei, um einen Regulus stellatus zu erhalten, besonders sollte der Planet Mars daran einen großen Antheil nehmen.

Das Antimon ist ein glänzend silberweißes und sehr krystallinisches, daher auch brüchiges Metall von großer Härte, es schmilzt bei 432° und verdampft bei lebhafter Rothgluth. Wird es noch stärker erhitzt, so verbrennt es zu Oxyd, und vor dem Löthrohre geschmolzene Körner glühen, sobald man mit dem Blasen aufhört, noch längere Zeit fort, wobei sie sich mit Krystallnadeln überziehen, welche aus Antimonoxyd bestehen. Wird geschmolzenes Antimon von nicht zu großer Höhe auf ein mit einem Rande umgebenes Blatt Papier fallen gelassen, so zersprüht es in viele Kügelchen, welche lebhaft umherfahren und verbrennen, dabei hinterlassen sie eine schwarze Spur auf dem Papiere, — die eigenhändige Unterschrift des Antimons.

In früherer Zeit wurde das Antimon in großer Menge zur Herstellung medicinischer Präparate verwendet. Valentinus verordnete es zuerst innerlich, und Paracelsus und dessen Schüler folgten diesem Beispiele. Aber auch das metallische Antimon wurde verwendet, und zwar zunächst in der Weise, daß man daraus Becher goß und in diesen über Nacht Wein stehen ließ, der dann, da er Antimon aufgenommen hatte, als Brechmittel wirkte. Dies kam jedoch schon zur Zeit Boyle's in Abnahme, länger hielten sich dagegen die sogenannten »ewigen Pillen«, das

waren Kügelchen aus metallischem Antimon, welche immer und immer wieder den Körper passiren mußten. Auch sie wirkten brechenerregend, da stets eine geringe Menge Antimon im Körper gelöst wird, man war jedoch der Meinung, daß sie ausschließlich durch Contact wirken, nichts an Gewicht verlieren und daher stammte die gewiß höchst unsaubere Anwendung, welche ihnen obigen Namen verschaffte.

Von den vielen Antimonpräparaten, welche früher in der lateinischen Küche bereitet und von den Aerzten verordnet wurden, haben sich nur wenige einen dauernden Platz gesichert; die bekanntesten sind der Brechweinstein, Tartarus stibiatus, eine Verbindung von Antimon, Weinsäure und Kalium, und der Goldschwefel, eine Verbindung von Antimon mit Schwefel, welche prächtig orangeroth gefärbt ist.

Eine viel größere Anwendung findet dagegen das Antimon zur Herstellung verschiedener Legirungen. Blei bildet mit Antimon eine sehr harte Legirung, welche 20 Procent Antimon enthält und als Hartblei in den Handel kommt. Auch das **Letternmetall** ist im Wesentlichen Hartblei, welches häufig, um die Lettern härter und widerstandsfähiger zu machen, auch einen Zusatz von Zinn und Kupfer erhält. Eine wesentliche Eigenschaft guten Letternmetalles besteht darin, sich beim Erkalten auszudehnen, so daß es die Gußform gut ausfüllt, übrigens werden die Lettern nicht im eigentlichen Sinne gegossen, sondern das geschmolzene Metall wird mittelst einer besonderen Vorrichtung in die Form eingespritzt, denn nur auf diese Weise wird alle Luft verdrängt und werden scharfe Abgüsse erhalten. Das viel benützte **Britanniametall** ist ebenfalls eine Antimonlegirung, und zwar besteht es aus ungefähr 85 Theilen Zinn und 15 Theilen Antimon, häufig ist auch Zink und Kupfer, manchmal auch Wismuth vorhanden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß der Spießglanz — der natürliche sowohl wie auch der künstliche, der sich durch Zusammenschmelzen von 5 Theilen metallischem Antimon und 2 Theilen Schwefel, wobei sich beide Stoffe unter schwachem Erglühen unmittelbar vereinen, darstellen läßt — auch in der Feuerwerkerei angewendet wird, und ferner zur Herstellung von Zündhölzchen dient, da sich Gemenge von Spießglanz und chlorsaurem Kali durch Reibung oder leichten Schlag explosionsartig entzünden.

Dem Antimon ist das **Wismuth** im Aussehen sehr ähnlich, es ist ebenfalls ein hartes und sehr sprödes Metall von weißer Farbe, welches jedoch einen charakteristischen röthlichen Schein besitzt. Es schmilzt bei 268° und kann, wenn man es langsam erstarren läßt, dann die obere schon feste Schicht durchstößt und den noch flüssigen Antheil abgießt, in großen, würfelähnlichen, ineinandergeschachtelten Krystallen erhalten werden.

In der Natur kommt es hauptsächlich in gediegenem Zustande vor, doch betheiligt es sich auch an der Zusammensetzung einzelner Mineralien, wie Wismuthglanz, Tellurwismuth, Wismuthbleikupferblende und mehrerer anderer, welche jedoch nur sehr selten gefunden werden.

Die Hauptproducenten von Wismuth sind — wie Cl. Winkler schreibt — die sächsischen Blaufarbenwerke Oberschlema und Pfannenstiel, in deren Besitz ich die großen Wismuthfundstätten zu Schneeberg befinden. Früher wurde das Bismuth durch Absaigern gewonnen, indem man die Erze in geneigten eisernen Röhren erhitzte. Auf diese Weise gewann man jedoch nur das in gediegenem Zu-ande vorhandene Metall, und auch dieses nur unvollständig. Der Rest fiel als Nebenproduct bei der Verschmelzung der kobaltreichen Rückstände auf Smalte ab, wobei sich das Wismuth unter der Kobaltspeise ansammelte. Jetzt werden alle Erze eröstet und in den Häfen der Smalteöfen unter Zusatz von Eisen, Kohle und Schlacken verschmolzen. Man erhält so zwei Schichten, die obere, aus Kobaltspeise estehend, erstarrt zuerst, während die untere, welche fast reines Wismuth ist, im üssigen Zustande abgestochen wird. Dann enthält es nur geringe Mengen von Eisen, Kobalt, Nickel, Blei, Silber, Schwefel und Arsen und wird geläutert, in-em man auf einer schwach geneigten Eisenplatte ein Holzfeuer anzündet und das Bismuth langsam darin niederschmelzen läßt, wobei fast chemisch reines Raffinad-vismuth abläuft, das man in halbkugelförmige eiserne Formen gießt, die im Boden as Wappen der Werke tragen, welches sich in den 11—12 Kgr. schweren Broden bformt.

Wismuth dient zur Darstellung pharmaceutischer Präparate und weißer Schminke, welche jedoch schädlich ist; ein großer Theil wird ferner zur Herstellung on Legirungen verwendet, welche sich durch sehr niedere, unter 100° liegende Schmelzpunkte auszeichnen. So schmilzt eine Legirung, bestehend aus 8 Theilen Wismuth, 5 Blei und 3 Zinn schon bei 94·5°, und das Wood'sche Metall, essen Schmelzpunkt bei 60° liegt, ist aus 4 Theilen Wismuth, 2 Blei und e einem Theile Zinn und Cadmium zusammengesetzt. Fügt man diesen Legirungen Quecksilber zu, so wird der Schmelzpunkt noch weiter erniedrigt.

Solche Legirungen werden hauptsächlich zur Herstellung der Druckplatten für Rotationspressen, sowie zum Abgießen von Holzschnitten u. s. w. verwendet. Im ersteren Falle ist der Zweck und der Vorgang folgender:

Bei unseren modernen Schnellpressen sitzt der Satz am Umfange zweier paralleler Walzen, welche rasch gegeneinander rotiren, das sogenannte endlose Papier läuft zwischen beiden durch, und wird bedruckt, weitere Theile der Maschine besorgen dann das Abtrennen der einzelnen Bogen, das Falzen u. s. f. Um nun dem Satze die nöthige cylindrische Form zu ertheilen, so daß er auf den erwähnten Walzen befestigt werden kann, wird er zunächst in weichem Pappendeckel, welcher durch Uebereinanderkleistern mehrerer Papierlagen erhalten wird, abgedrückt, diese Matrize enthält dann die Lettern vertieft. Nun wird diese in eine dem Durch-messer der Walze entsprechende Gußform gelegt und mit der Legirung ausgegossen, der fertige Guß zeigt dann die Lettern erhöht, wie im ursprünglichem Satze, nur sind diese nun nicht mehr einzeln, sondern sie bilden eine compacte Masse. Nach dem Entfernen den Gußansätze werden je zwei solcher Halbcylinder, an

denen natürlich die Schrift nach außen gerichtet ist, auf einer Walze befestigt, und nun kann mit derselben gedruckt werden. Nach diesem Verfahren werden alle unseren großen, täglich mehrmals erscheinenden Zeitungen hergestellt. Denn erst die Anwendung der Rotationspresse ermöglichte es, solch große, oft viele Zehntausende betragende Auflagen in der Zeit weniger Stunden zu drucken, so daß die noch druckfeuchten Blätter schon zu früher Morgenstunde in alle Weltgegenden hinausflattern können.

Das Antimon dient zur Herstellung der Lettern, das Wismuth ermöglicht es, wichtige Nachrichten und Ereignisse des täglichen Lebens binnen wenigen Stunden Tausenden mitzutheilen. Beide Metalle nehmen daher innigen Antheil an der Verbreitung des Wissens, denn heute kommt unseren großen Tageszeitungen eine ebensolche culturelle Bedeutung zu wie einem wissenschaftlichem Werke, und im Vereine mit der Druckerschwärze sind daher Antimon und Wismuth zwei wesentliche Hilfsmittel zur Verbreitung des Wissens — und Wissen ist Macht!

Ein Metall, welches in seinen Verbindungen nächst dem Sauerstoffe und dem Silicium die größte Verbreitung auf der Erdoberfläche besitzt, welches einen wesentlichen Bestandtheil werthvoller Edelsteine wie Rubin und Saphir bildet, und welches endlich, seit man es auf einfache und billige Weise darzustellen gelernt hat, eine sich von Tag zu Tag steigernde Bedeutung für die Technik besitzt, ist das *Aluminium*. Der Korund, nach dem Diamanten der härteste bekannte Körper, ist Aluminiumoxyd oder Thonerde; seine prächtig gefärbten Abarten sind Rubin und Saphir, jeder Feldspath enthält Thonerde, und unreine Varietäten derselben bilden in Verbindung mit Kieselsäure den Thon und Lehm, während reineres Aluminiumoxyd, ebenfalls mit Kieselsäure vereint, das Kaolin, die Porzellanerde, bildet. Ja überall im Boden ist Thonerde, beziehungsweise Aluminium vorhanden, und wo wir auf der Erde gehen, schreiten wir auf Verbindungen dieses Elementes. Auch in der Sonne konnte es nachgewiesen werden, und um so merkwürdiger muß es uns erscheinen, daß nahezu alle Pflanzen frei von Aluminium sind, trotz der großen Verbreitung dieses Körpers im Boden.

Das Aluminium ist ein zinnweißes Metall, welches sich sehr schön poliren läßt, und durch Säuren sowie Kali- oder Natronlauge angegriffen wird. Dabei nimmt es eine matte, schwach rauhe Oberfläche an; dies Verhalten eignet das Aluminium sehr zur Herstellung von Kunstgegenständen, welche glänzende Zeichnungen auf mattem Grunde tragen. Es ist sehr dehnbar, läßt sich zu dem dünnsten Drahte ausziehen, und im reinen Zustande oxydirt es sich nicht an der Luft, ferner bildet es auch einen Bestandtheil einiger technisch sehr werthvoller Legierungen.

Der Hauptvorzug dieses Metalles liegt aber in seiner Leichtigkeit. Während das Blei elfmal, das Gold neunzehnmal, das Quecksilber dreizehnmal und das Eisen ungefähr achtmal so schwer ist, als ein gleiches Volumen Wasser, besitzt das Aluminium nur das specifische Gewicht 2·56, d. h. ein massiver Würfel aus

Aluminium, dessen Volumen genau 1 Liter beträgt, wiegt 2·56 Kgr., während ein gleich großer massiver Würfel aus Gold 19, aus Blei 11 Kgr. wiegen würde. Dieser werthvollen Eigenschaft wegen findet das Aluminium zu den verschiedensten Zwecken Verwendung. Man fertigt daraus physikalische Apparate, die Gehäuse von Operngläsern, ferner Beinschienen, dann Fassungen von Brillen u. s. f., ja man hofft mit Hilfe des Aluminiums sogar das Problem des lenkbaren Luftschiffes lösen zu können.

Alle diese verschiedenen Arten der Anwendung, die das Aluminium bisher fand, sowie die hochfliegenden Pläne, welche an dasselbe geknüpft werden, konnten erst aufkommen, seit man das Aluminium in großen Mengen und billig darstellen gelernt hat. Und dies wurde durch die Darstellung desselben mit elektrometallurgischer Processe erreicht, und während noch vor relativ kurzer Zeit ein Kilogramm dieses Metalles 120—140 Francs kostete, ist die gleiche Menge heute ungefähr um 5 Francs zu haben.

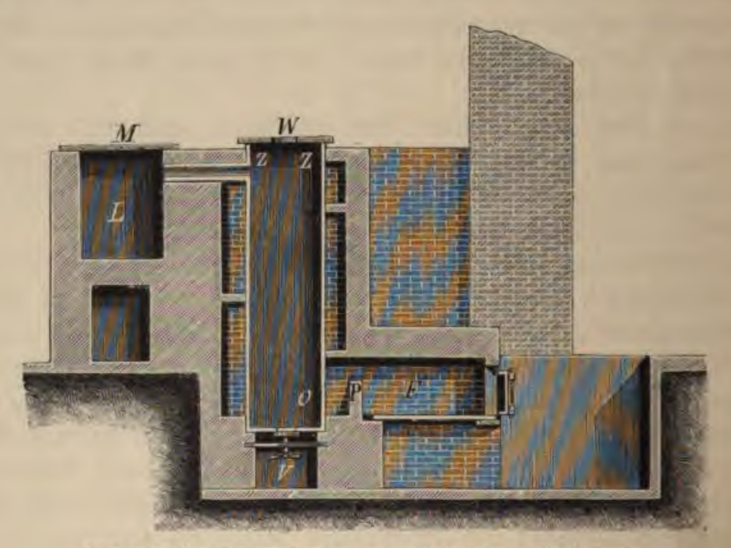
Daß der Thon eine besondere Erde sei, wurde schon früh erkannt, doch wollte es lange nicht gelingen, das Metall derselben abzuscheiden. Selbst Davy hat sich mit diesem Probleme umsonst gemüht, und erst Wöhler fand im Jahre 1827 ein Verfahren, reines Aluminium darzustellen.

Die Verbindungen des Aluminiums werden nämlich weder durch Kohle noch durch Wasserstoff reducirt. Wöhler ging nun in der Weise zu Werke, daß er Aluminiumchlorid darstellte und demselben durch Schmelzen mit metallischem Kalium oder Natrium das Chlor entzog. Er erhielt es auf diese Weise in Form eines grauen Pulvers, und später verbesserte er diese Methode dahin, daß er dampfförmiges Aluminiumchlorid über Kalium leitete, wobei sich das Metall in Kügelchen abschied. Im Jahre 1854 gelang es Bunsen durch Elektrolyse von geschmolzenem Aluminiumchlorid ebenfalls das Metall zu erhalten, und zu gleicher Zeit begann auch Deville mit Unterstützung Napoleons seine epochemachenden Versuche.

Deville verfuhr in gleicher Weise wie Wöhler, nur verwendete er an Stelle des Kaliums metallisches Natrium und ging nicht vom Aluminiumchlorid, sondern von der Doppelverbindung Aluminium-Natriumchlorid aus. In der Folge gelang es dann, die Darstellungsmethode noch wesentlich zu verbessern, und bis zu jenem Momente, wo der elektrische Strom ausschließlich zur Darstellung angewendet wird, wurde allgemein nach Deville's Verfahren gearbeitet. Dasselbe bestand in Folgendem:

Aluminiumfluorid, in der Natur als Bauxit verunreinigt durch Eisenoxyd und Kieselsäure vorkommend — derselbe enthält circa 50 Procent Thonerde und 25 Procent Eisenoxyd — wird gepulvert und mit Soda in Flammöfen erhitzt. Dabei entsteht lösliches Natriumaluminat, welches nach dem Erkalten der Schmelze in Wasser gelöst wird. In die klare Lösung wird dann Kohlensäure geleitet, welche diese Verbindung in lösliches kohlensaures Natrium (Soda) und Thonerde

(Aluminiumoxyd) zerlegt, welch letztere sich in Form einer weißen gallertartigen Masse abscheidet. Diese wird auf Leinwandfiltern gesammelt und ausgewaschen und bildet das eigentliche Rohmateriale für den folgenden Proceß. Nachdem sie getrocknet ist, bildet sie ein weißes Pulver, welches mit Kochsalz und Kohle gemischt zu Kugeln geformt wird. Diese werden nochmals scharf getrocknet und nun in aufrechtstehende Retorten O (siehe die Abbildung) aus feuerfestem Thone gebracht, und indem man nun langsam die Temperatur bis zur Weißgluth steigert, wird von unten Chlor eingeleitet. Es entsteht Aluminiumnatriumchlorid, welches sich verflüchtigt und durch ein am oberen Ende der Retorte angebrachtes Rohr nach einer mit Thonplatten ausgelegten Kammer L gelangt, in welcher es sich

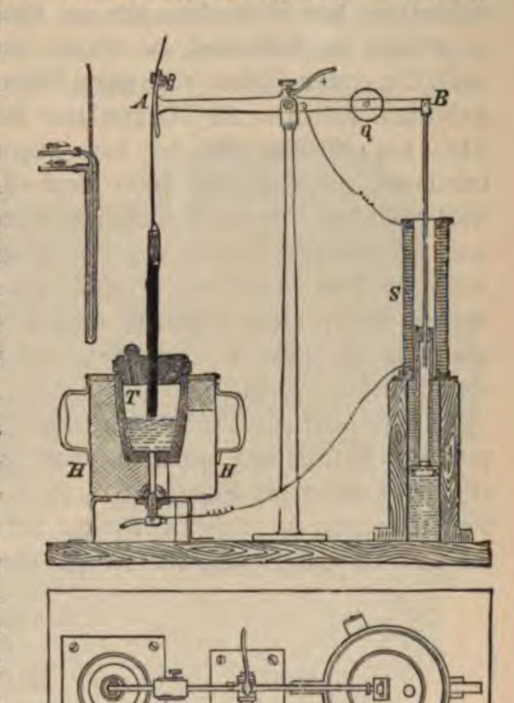


Ofen nach Deville zur Gewinnung von Aluminium. Zu Seite 444.

verdichtet, während Kohlenoxyd und überschüssiges Chlor durch Röhren in den Kamin geführt werden. Dann werden je 100 Kgr. dieses Doppelchlorides mit 35 Kgr. Natrium und 40 Kgr. Kryolith, welcher als Flußmittel dient, gemischt und auf der Sohle eines Flammofens, indem man die Temperatur nach und nach steigert, zusammengeschmolzen, das reducirte Metall sammelt sich auf dem Boden des Herdes an und wird in Barren gegossen.

Wie schon erwähnt, wird heute alles Aluminium auf elektrischem Wege dargestellt, indem man die Wärmewirkung des elektrischen Stromes zu Nutze macht. Wohl war es bereits Humpry Davy im Jahre 1807 gelungen, mittelst eines Stromes von 400 Wollaston'schen Elementen Pottasche zu zersetzen; aber erst die Entwickelung und Vervollkommnung der elektrischen Maschinen bis zu ihrem heutigen Stande konnte die Idee aufkeimen lassen, die durch den Volta-

erzeugte, alle bisher erreichbaren Temperaturen weit übertreffende Wärme-
zur Schmelzung strengflüssiger Stoffe zu benützen.
Der Erste, welcher diesen Gedanken zur Ausführung brachte, war William
ens, welcher zu diesem Zwecke einen eigenen Apparat, den elektrischen
ztiegel, ersann. Dieser besteht aus einem gewöhnlichen Schmelztiegel aus
t (siehe die Abbildung) T, oder einem anderen, sehr schwer schmelz-
Materiale, welches in ein auf
Dreifuße stehendes metallisches
oder Hülse H unter Ausfüllung
ischenraumes mit gestoßener Holz-
oder mit einem anderen schlechten
leiter eingesetzt ist. Durch den
des Schmelztiegels ist ein Loch
t, durch welches ein Stab von
Platin oder Gaskohle, wie solche
ktrischen Beleuchtung gebraucht
eingeführt wird. Der Deckel des
ztiegels ist ebenfals durchbohrt,
negative Elektrode aufzunehmen,
lche womöglich ein Cylinder aus
ter Kohle von vergleichsweise be-
chen Abmessungen gewählt wird.
m einen Ende A eines in der
unterstützten Balkens A B ist die
e Elektrode durch einen aus
oder aus einem anderen guten
der Elektricität hergestellten
n aufgehangen, während am
n Ende B des Balkens ein hohler
er von weichem Eisen befestigt ist,
sich vertical in einer Drahtspule



Siemens'scher Schmelztiegel. Zu Seite 445.

eichem Eisen frei bewegen kann, die einen Gesammtwiderstand von etwa
h m'schen Einheiten bildet. Durch ein Laufgewicht G kann das Uebergewicht
h der Drahtspule hin liegenden Balkenarmes so verändert werden, daß es die
ische Kraft, mit welcher der hohle Eisencylinder in die Solenoidrolle S hinein-
n wird, ausgleicht. Ein Ende der Drahtspule ist mit dem positiven, das andere
m negativen Pole des elektrischen Bogens verbunden. Der Widerstand des
s wird dadurch nach Belieben bestimmt und innerhalb der Grenzen, welche die
uelle zuläßt, festgestellt, indem man das Gewicht auf dem Balken ver-
Vergrößert sich aus irgend welcher Ursache der Widerstand des Bogens,
innt der durch die Drahtspule gehende Strom an Kraft, die magnetische

Anziehung überwindet das entgegenwirkende Gewicht und verursacht dadurch, daß die negative Elektrode tiefer in den Schmelztiegel eintaucht, während wenn der Widerstand unter die gewünschte Grenze sinkt, das Gewicht den Eisencylinder in die Spule zurücktreibt, wodurch sich die Länge des Bogens so lange vergrößert, bis das Gleichgewicht zwischen den wirkenden Kräften wieder hergestellt ist. Außer der automatischen Regulirung des Lichtbogens ist es für das Gelingen der Schmelzung von Wichtigkeit, das zu schmelzende Materiale zum positiven Pole zu machen, da bekanntlich an diesem die weitaus größte Wärmemenge erzeugt wird. In einem solchen elektrischen Schmelztiegel brachte Siemens ein Pfund zerbrochene Feilen in 13 Minuten zum Schmelzen. Der Tiegel hatte hierbei eine Tiefe von 20 Cm. und der dazu angewandte Strom konnte in einer Regulatorlampe ein Licht von 6000 Normalkerzen erzeugen. Bei Anwendung eines Kohlencylinders als negativen Pol kann aber durch Loslösung von Kohlentheilchen auch eine chemische Veränderung des zu schmelzenden Materiales erzielt werden; will man diese vermeiden, so muß als negative Elektrode ein Stoff gewählt werden, welcher keine Substanz abgiebt. Siemens verwendete dazu einen sogenannten Wasserpol, d. i. ein Rohr aus Kupfer, durch welches zur Abkühlung ein Wasserstrom fließt.

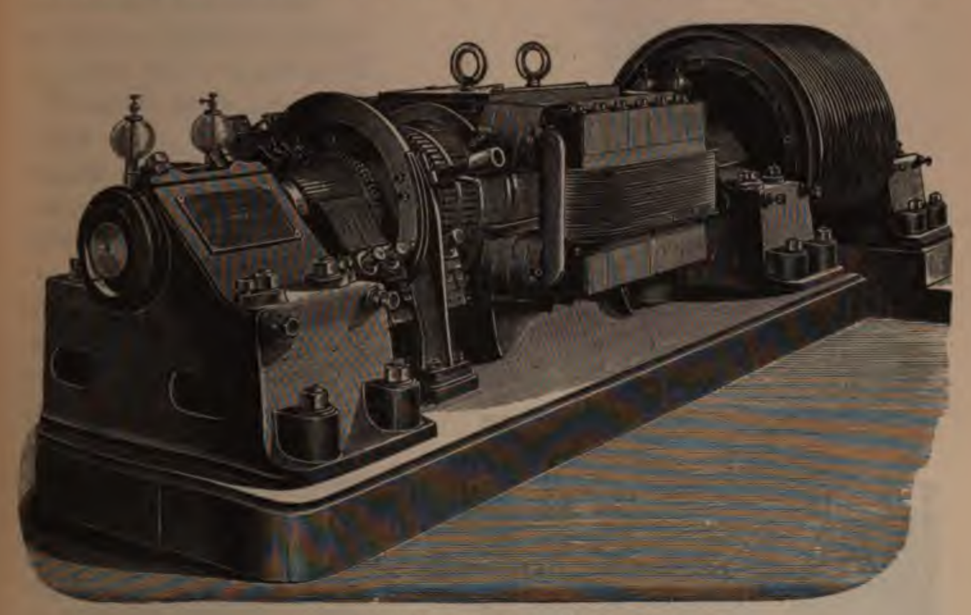
Der elektrische Schmelztiegel von Siemens hat zwar als solcher keine praktische Verwerthung gefunden, wohl aber wurde er zum Vorbilde später erfundener elektrischer Schmelzfeuer. Zu einem geradezu beispiellosen Erfolge hat die Anwendung der letzteren bei der Aluminiumgewinnung geführt; es ergiebt sich dies am schlagendsten aus der Zunahme der Production. Diese betrug:

	Neuhausen	Froges
	Kilogramm	
1890	30.000	7.000
1891	60.000	20.000
1892	300.000	60.000
1893	1,000.000	260.000

Die Aluminiumgewinnung wird gegenwärtig fabriksmäßig nach zwei verschiedenen Verfahren betrieben, welche von Heroult und Cowles angegeben wurden. Die größten gegenwärtig betriebenen Aluminiumwerke sind jene zu Lauffen-Neuhausen, in der Nähe des großen Rheinfalles bei Schaffhausen, und gehören der Société anonyme pour l'industrie de l'Aluminium zu Zürich. Dieser Gesellschaft ist durch eine im Jahre 1889 ertheilte Concession das Recht verliehen worden, dem Rhein oberhalb der Fälle eine Wasserkraft von 4000 Pferdestärken zu entnehmen. Die Herstellung der Gebäude und der hydraulischen Anlagen wurde dem Erbauer der Pilatusbahn, Locher, übertragen. Da man genöthigt war, mit dem Raume sehr zu sparen, so wurde eine verticale Anordnung in der Weise vorgesehen, daß man die Dynamomaschinen über die Turbinen setzte und die

Anker mit den verticalen Turbinenwellen direct verkuppelte. Die alte Anlage der Schweizer metallurgischen Gesellschaft, welche sich vorher daselbst befand, hatte eine Längenausdehnung von 15 Meter und verfügte über 300 Pferdestärken, während die neue Installation 1500 Pferdestärken auf demselben Raume zur Verfügung hatte. Die Turbinen, Jonvaltype, wurden von Escher, Wyß & Co. in Zürich geliefert, und zwar drei zu je 600 und eine zu 300 Pferdestärken; erstere machen 225 und letztere 350 Umdrehungen pro Minute.

Die vertical über den Turbinen angeordneten und mit denselben direct verkuppelten Dynamomaschinen sind von der Maschinenfabrik Oerlikon nach dem Typus

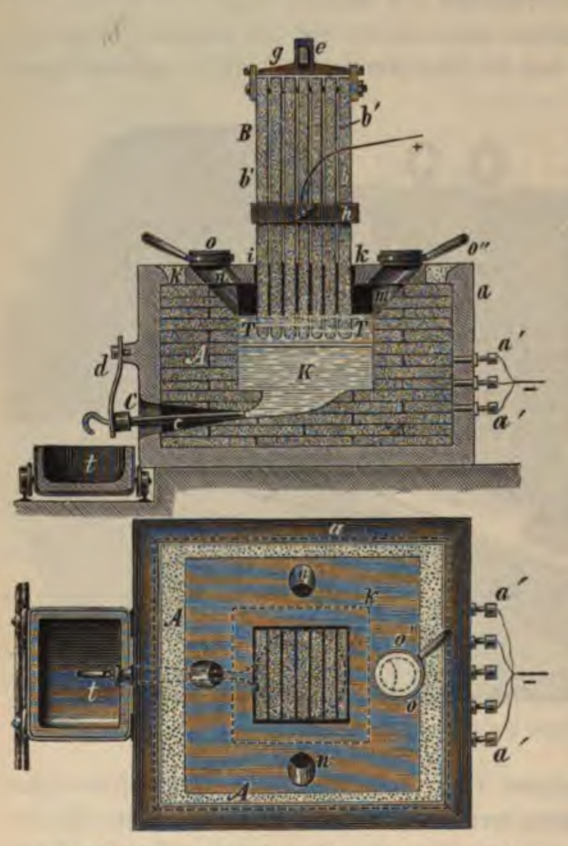


Dynamomaschine von Brown. Zu Seite 447.

Brown gebaut. Zwei dieser Maschinen leisten nach Urbanitzky je 600 Pferdestärken und werden zur Aluminiumerzeugung verwendet, während die dritte mit 300 Pferdestärken zur Erregung der beiden anderen dient. Von den beiden großen Maschinen wird der Strom mittelst des Stromabgebers an 24 Stellen abgenommen, und zwar an jeder Stelle von einer Gruppe, bestehend aus fünf 50 Mm. breiten Bürsten, so daß im Ganzen 120 Bürsten an jeder Maschine vorhanden sind. Die beiden großen Maschinen sind für eine Leistung von 14.000 Ampère bei 30 Volt oder 420.000 Watt bei ununterbrochenem Tages- und Nachtbetrieb gebaut, doch kann ihre Leistung bis 500.000 Watt gesteigert werden. Die dritte Maschine giebt 3000 Ampère bei 65 Volt oder 195.000 Watt, ihre Leistung kann bis auf 250.000 Watt getrieben werden. Einschließlich der 300pferdigen Maschine der früheren Schweizer metallurgischen Gesellschaft haben diese Werke also 1,500.000 Watt

zu ihrer Verfügung. Auf dem Werke befinden sich eine Schmelzerei, Schmiede, Oefen, Hammerwerk, Reparaturwerkstätte u. s. w.

Der elektrometallurgische Proceß, welcher hier zur Darstellung des Aluminiums angewendet wird, wurde von Heroult angegeben und besteht im Principe darin, daß der durch reine Thonerde geleitete elektrische Strom die Thonerde zum Schmelzen bringt und aus dieser Schmelze durch Elektrolyse das Aluminium abscheidet. Dies wird nach der deutschen Patentschrift in nachstehender Weise erreicht.



Elektrischer Ofen zur Aluminiumdarstellung von Heroult.
Zu Seite 448.

Ein auf dem Boden isolirt aufliegender Kasten a (siehe die Abbildung auf Seite 448) aus Eisen oder einem anderen Metalle wird mit einer starken Ausfütterung A von Kohlenplatten versehen, welche untereinander durch einen Kohlenkitt verbunden werden.

Dieser Verbindungskitt kann je nach Umständen Theer, Zuckersyrup (Melasse) oder Fruchtzucker sein. Der den Behälter A umschlossen haltende Kasten a soll ebenfalls aus einem die Elektricität gut leitenden Materiale verfertigt werden. Will man eine sehr günstige Leistungsfähigkeit erzielen durch innigste Berührung der äußeren Behälterkohlenwände mit der Innenwand des Kastens a, so wird derselbe in der Weise hergestellt, daß man ihn um den Kohlentiegel A gießt, beim Erkalten zieht er sich dann zusammen und legt sich enge an die Kohle an. Im Kasten a befindet sich eine Anzahl Stifte a' aus Kupfer, welche den negativen elektrischen Strom mit geringstem Widerstande nach innen zum Behälter A führen. In diesen taucht die positive Elektrode B, deren einzelne Kohlenstäbe entweder aufeinander gelegt oder mit Zwischenräumen versehen sind, welche dann mit leitenden Materiale, Kupfer oder weicher Kohle, ausgefüllt sein müssen. Am oberen Ende sind die Kohlenplatten b durch das Rahmenstück g zusammengefaßt, dessen Oefe

m Einhängen in eine Kette dient, mittelst welcher das Kohlenbündel B ein=
stellt, das heißt in seine richtige Stellung gebracht und höher oder tiefer gestellt
erden kann. Das den Umfang des Kohlenbündels umschließende Rahmenstück h
t mit den nöthigen Klemmvorrichtungen, wie Schrauben u. dgl., zur Feststellung
s positiven Kabels versehen.

Mit Ausnahme eines für die senkrechte Bewegung des Kohlenbündels
öthigen Spielraumes i wird die Oeffnung des Behälters B durch Graphitplatten k
verdeckt, in welchen sich einige Oeffnungen n zwecks Zuführung des Materiales
finden. Entsprechend diesen Oeffnungen n sind an den Seitenwänden des Be=
älters nöthigenfalls auch Aussparungen m vorgesehen. Diese Canäle m n dienen
ch zur Ableitung der sich während des Processes im Behälter entwickelnden
ase. Die mit einer Einfassung o' sammt dem Griff o'' versehenen beweglichen
latten o dienen zum Zudecken der Löcher n während der verschiedenen Phasen des
chmelzprocesses. Zwischen der Graphitplatte k und dem Rand des Kastens a
efindet sich eine Ausfüllung k' von Holzkohlenpulver.

Zu Beginn der Operation bringt man Kupfer im zerkleinerten Zustande in
en Behälter A. Hierauf wird das Kohlenbündel an das Kupfer herangebracht,
 daß der Stromdurchgang erfolgt und das Kupfer geschmolzen wird. Ist der
egative Pol in dieser Weise durch das geschmolzene Kupfer gebildet, so bringt
an Thonerde in den Behälter und hebt gleichzeitig das Bündel B. Der Strom
uß nun durch die Thonerde gehen, diese wird geschmolzen und zersetzt. Der
Sauerstoff der Thonerde verbrennt die Kohle des Kohlenbündels zu Kohlenoxyd,
welches entweicht, und das metallische Aluminium geht zum Kupfer, so daß Alu=
miniumbronze direct erzeugt wird. Man speist nun den Behälter ganz nach dem
Fortschreiten des Processes weiter, und zwar stetig oder mit Unterbrechungen,
sowohl mit Kupfer als auch mit Thonerde. Das Höher= oder Tieferstellen des
Kohlenbündels — bei dem Siemens'schen Schmelztiegel wurde diese Operation
automatisch vollzogen —, entsprechend dem Widerstande, kann durch ein Handrad
mit Zahnrädern und Schraube bewirkt werden, wie aus der Abbildung auf
Seite 450 ersichtlich, oder auch automatisch durch einen Elektromotor, der durch
ein Ampèremeter regulirt wird. Zum Ablassen der flüssigen Aluminiumbronze wird
die mit Kohle ausgefütterte Blockform t unter das Stichloch c gebracht und
der Kohlenstab c so lange aus dem Stichloche entfernt gehalten, bis die Form
gefüllt ist.

Diese Vorrichtung gestattet also nur, Aluminium in Legirung mit Kupfer,
sogenannte Aluminiumbronze, herzustellen, allerdings in höchst einfacher Weise, da
metallisches Kupfer mit Thonerde geschmolzen wird und das Product dieser Ope=
ration direct Aluminiumbronze ist. Man umgeht daher vollständig die nach dem
alten Verfahren mittelst metallischem Natrium so umständliche und kostspielige
Darstellung des Aluminiums, welches dann erst mit Kupfer im gewünschten Ver=
hältnisse zusammengeschmolzen werden mußte. Allerdings hat dieses alte Verfahren

von Deville, welches wir oben besprochen haben, auch wesentliche Verbesserungen in der Darstellung des metallischen Natriums im Gefolge gehabt und dadurch wurde der Wissenschaft ein großer Dienst erwiesen, da ein Kilogramm dieses früher so kostbaren Metalles heute nur wenige Gulden kostet, doch ist es immerhin so theuer, daß es mit der Erzeugung des Aluminiums auf elektrochemischem Wege nicht zu concurriren vermag.

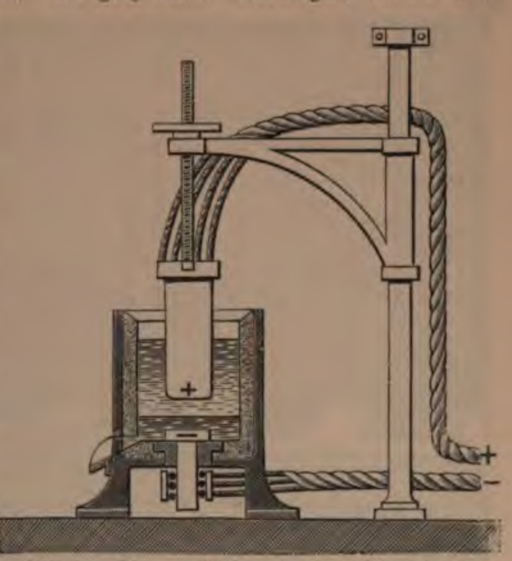
Während man aber nach dem Verfahren von Héroult nur Aluminiumbronze erhält, ist es auch gelungen, eine Darstellungsmethode zu erfinden, welche direct die Gewinnung metallischen Aluminiums in nahezu vollkommen reinem Zustande gestattet.

Anlage zur Darstellung von Aluminium nach Héroult. Zu Seite 449.

Der hierzu dienende Apparat ist auf Seite 451 abgebildet und zeigt eigentlich nur geringe Abweichungen gegenüber dem besprochenen. Als Kathode dient nicht der ganze Tiegel, sondern eine am Boden des Apparates angebrachte Aluminiumplatte, die durch eine den Boden durchsetzende leitende Verbindung mit Strom versehen wird. Der innen mit Kohle ausgekleidete Apparat wird zunächst mit Kryolith beschickt, welcher leicht schmilzt und in geschmolzenem Zustande die Elektricität zu leiten vermag, und dann wird nach Maßgabe des Fortschreitens der Zersetzung Thonerde nachgefüllt.

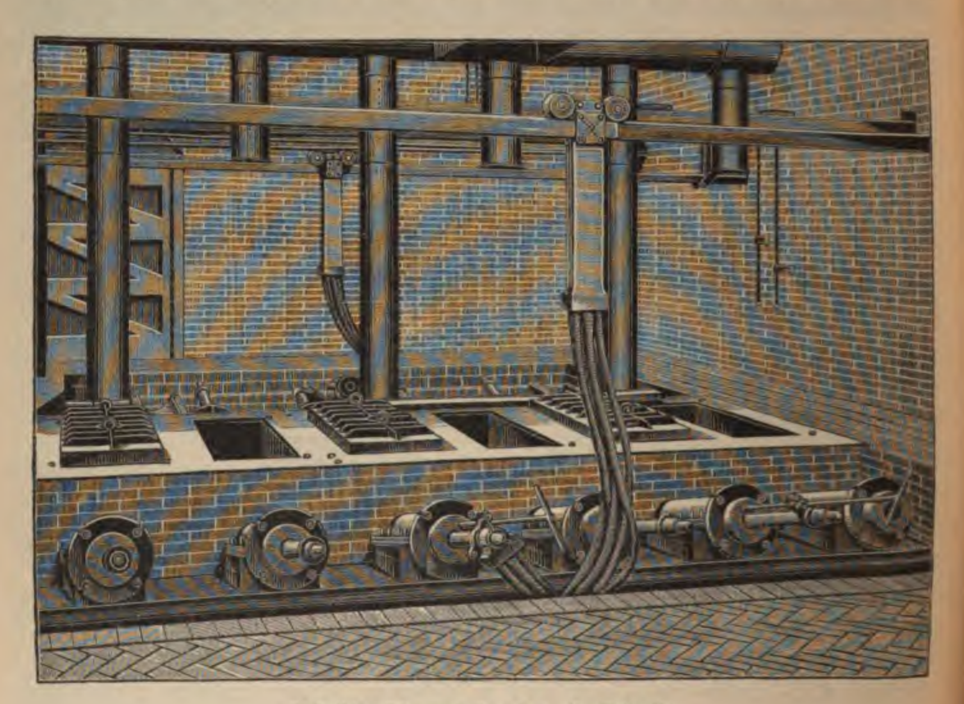
Nach dem Verfahren der Brüder Cowles werden in zwei Werken Aluminiumlegirungen dargestellt, nämlich in Nordamerika nahe bei Lockport im Staate New-York, etwa 40 Km. vom Niagarafall entfernt, und in England in Milton, nahe bei Stoke on Trent. Das Verfahren besteht der Hauptsache nach

in der chemischen Einwirkung von Kupfer und Kohle auf Thonerde bei ungewöhnlich hoher Temperatur; hierbei wird eben letztere dadurch erzeugt, daß man intensive elektrische Ströme durch Kohle und Kupfer leitet, wodurch zunächst diese, dann aber die ganze Beschickung des Ofens eine sehr hohe Temperatur annimmt. Als Kraftquelle dient in dem englischen Werke eine Compound-Dampfmaschine von 500 Pferdekräften, welche eine Dynamomaschine treibt. Der Strom gelangt zunächst in einen Strommesser, dessen aus neun Windungen gebildete Spirale aus einem Kupfercylinder geschnitten ist, in welcher an einer Feder der Eisenkern hängt. Die Bewegungen desselben werden auf eine Zeigerwelle übertragen, die im Maschinenraume und bei den Oefen mit Zeigern versehen ist, so daß an beiden Stellen die Angaben wahrgenommen werden können. Die Oefen sind in zwei Reihen zu je sechs angeordnet, wie die Abbildung auf Seite 452 zeigt. Die Stromzuleitungen zu denselben bestehen aus starken Kupferschienen, von welchen die eine an der Vorderseite, die andere an der Rückseite oberhalb der Oefen angebracht ist. Auf denselben laufen auch Kupferrollen mit Klammern, in welchen biegsame Kupferkabel befestigt sind, die an ihren unteren Enden gleichfalls durch Klammern zusammen gehalten werden. Letztere sitzen auf Kupferstäben, durch welche die Verbindung mit den Kohlenelektroden hergestellt wird, wie dies aus der Abbildung auf Seite 453, welche einen Querschnitt durch den aus Chamotteziegeln aufgebauten Ofen darstellt, deutlich zu ersehen ist. V ist das Kupferstück, durch welches die unteren Kabelenden L zusammengehalten werden, K sind die Kupferstäbe, welche durch den an die Kohlenstäbe E gegossenen Metallblock M mit diesen verbunden sind. Jede Elektrode wird aus einem Bündel von sieben bis neun Kohlenstäben von je 64 Mm. Durchmesser gebildet, und das cylindrische Kopfstück M besteht aus Eisen, wenn Ferroaluminium, die Eisen-Aluminiumlegirung, hergestellt werden soll, und aus Kupfer, wenn Aluminiumbronze erzeugt wird. Die Einführung der Elektroden erfolgt durch geneigt liegende gußeiserne Rohre R in zwei einander gegenüberliegenden Wänden des Ofens. Durch eine einfache Schraube S, welche gegen das Verschlußstück F des Rohres stößt und in einer an den Kupferstab festgeklemmten Mutter bei Z ihre Führung hat, lassen sich die Elektroden vor und rückwärts bewegen, wie es die Regulirung des Stromes erfordert.



Elektrischer Ofen zur Gewinnung reinen Aluminiums.
Zu Seite 450.

Die Beschickung der Oefen geschieht in nachstehender Weise: Auf die Sohle des Ofens kommt zunächst eine Schicht gekalkter Holzkohle, dann werden die Elektroden eingeführt und ein Rahmen aus Eisenblech eingesetzt. Hierauf füllt man den Raum innerhalb desselben mit Erz, Metall und Holzkohle und den Raum außerhalb bis zu den Wänden des Ofens mit Holzkohle und zieht den Rahmen wieder heraus. Um eine Brücke für den Strom herzustellen, wirft man einige Stücke Retortenkohle in den Ofen, füllt ihn mit Holzkohle voll und setzt schließlich den gußeisernen, in der Mitte mit einer Oeffnung versehenen Deckel



Elektrischer Ofen nach Cowles. Zu Seite 451.

auf. Die aus dieser Oeffnung entweichenden Gase werden angezündet und durch ein Rohr in eine Kammer geleitet, in welcher sich mitgerissene Thonerde absetzt. Durch eine Abstichöffnung in der Ofensohle wird die sich ansammelnde Legirung abgelassen. Die Schlacke, welche aus einem sehr innigen Gemisch von Legirung und Kohle besteht, wird zerkleinert und von der Kohle durch Waschen getrennt; die auf diese Weise wiedergewonnene Legirung setzt man einer neuen Beschickung zu. In den Oefen dieser Anlage werden täglich 750—1000 Kgr. Ferroaluminium beziehungsweise Aluminiumbronze mit 15—17 Procent Aluminium erzeugt. Man erhält daraus die für den Verkauf gewünschten Sorten mit 1·25, 2·5, 5, 7·5 und 10 Procent Aluminium durch Umschmelzen unter entsprechendem

Zuschlag von Kupfer. Der elektrische Kraftaufwand beträgt durchschnittlich 50 Stundenpferdekräfte für 1 Kgr. Aluminium.

Das reine Aluminium findet zu den verschiedensten Zwecken Verwendung. Seitdem die Untersuchungen des deutschen kaiserlichen Gesundheitsamtes zu dem Ergebnisse geführt haben, daß das Aluminium von den in Speisen und Getränken enthaltenen Säuren und Salzen nur im geringen Maße angegriffen wird und daß die entstehenden Aluminiumverbindungen für den Organismus vollkommen unschädlich sind, haben weitere Untersuchungen stattgefunden, welche die gleiche Frage mehr in praktischer Hinsicht prüften. Hieraus ergab sich, daß Koch- und Trinkgefäße aus Aluminium zwar bei der üblichen Verwendung angegriffen werden, aber nur in sehr geringem und bei fortgesetztem Gebrauche rasch ab-



Elektrischer Ofen nach Cowles, Durchschnitt. Zu Seite 451.

nehmendem Maße, und daß die in Betracht kommende Aluminiummenge pro Kopf und Tag nur wenige Milligramme beträgt. Nach diesen Erfahrungen stand der Fabrikation derartiger Geräthe aus Aluminium nichts mehr im Wege und die Folge war die Einführung der Aluminiumfeldflaschen und -Feldkessel in der deutschen Armee, welchem Beispiele bald andere Staaten folgten.

Es wurde ferner vorgeschlagen, das Aluminium auch zur Herstellung von Geschossen zu verwenden, allerdings nur für Jagdzwecke. Man rühmt ihnen große Anfangsgeschwindigkeit und bei den geringen Entfernungen, wie sie bei Jagden in Betracht kommen, sehr rasante Flugbahnen, erhebliche Treffsicherheit und gute Durchschlagskraft nach. Die neuen Geschosse belasten den Jäger nicht so, wie die bisher übliche schwere Munition und haben den Vortheil, daß sie das hinterliegende Terrain nicht so sehr gefährden wie Bleigeschosse, da sie bei größeren Flugweiten — über 400 Meter — keine Kraft mehr besitzen. Aus dem gleichen Grunde sollen auch die Wachposten in Spandau mit Aluminiummunition versehen worden sein.

Ausgedehnte Anwendung fand das Aluminium in der letzten Zeit für Marinezwecke. Allerdings handelt es sich im Großen und Ganzen noch immer um Versuche, doch sind es solche in größerem Maßstabe, und neben der Verwendung zum Baue von Luxusbooten gewinnt sie zu dem ersteren Zwecke immer mehr an Bedeutung.

Als Curiosität kann gelten, daß eine Pferdebahngesellschaft in Nordamerika, welche ihre Fahrkarten nicht während der Fahrt, sondern bei verschiedenen Ladenbesitzern verkauft, dieselben aus Aluminium herstellen läßt. Die Fahrkarten werden während der Fahrt gesammelt und immer wieder von Neuem verwendet. Bei dieser Gelegenheit mag erwähnt werden, daß eine Firma in Zürich neuerdings Reisekoffer aus Aluminium in den Handel bringt.

In der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt dient das Aluminium zur Ausscheidung des Silbers aus silberhaltigem Blei. Bei dem neuen Verfahren, bei welchem aluminiumhaltiges Zink angewendet wird, wird die Oxydation der Metalle vermieden. Man erhält vielmehr an Stelle des bei dem alten Verfahren entstehenden oxydhaltigen Zinkschaumes eine oxydfreie Legirung, welche sich leicht weiter verarbeiten läßt und die ganze Entsilberung wird in einer Operation durchgeführt. In ähnlicher Weise gelangte das Aluminium zu hoher Bedeutung bei dem Mac Arthur-Forest-Proceß, welcher namentlich in Südafrika angewendet wird. Dort werden die Golderze und namentlich die bisher als Abfall betrachteten Tailings durch eine Cyankaliumlösung ausgelaugt und aus der Lösung das Gold durch Aluminium gefällt. Das Aluminium besitzt vor dem früher verwendeten Zink den Vorzug, sich nicht mit dem Cyankalium zu verbinden, sondern sich als Thonerde auszuscheiden, wodurch die von Gold befreite Lösung sofort wieder zum Auslaugen neuer Erzmengen verwendbar ist, und eine sehr beträchtliche Ersparniß an dem immerhin theueren Cyankalium erzielt wird.

Bei dieser Aufzählung der Verwendungsarten, welche das Aluminium gegenwärtig hauptsächlich findet und wobei wir nur die wichtigsten und interessantesten hervorgehoben haben, wurde die Kleinindustrie überhaupt nicht berücksichtigt. Thatsächlich kommt dieselbe für die Massenerzeugung des Metalles nur sehr wenig in Betracht, und gegenüber dem ausgedehnten Consum an Aluminium durch die Großindustrie spielt sie überhaupt keine Rolle. Die Bedeutung des Aluminiums ist heute nicht mehr darin zu suchen, daß das Aluminium unter den Edelmetallen das unedelste ist, sondern wir haben vielmehr darauf Gewicht zu legen, daß es das edelste unter den unedlen Metallen bildet. Es handelt sich heute nicht mehr, wie früher, um eine Concurrenz mit dem Silber, sondern um den Wettbewerb mit Zink, Kupfer und anderen unedlen Metallen.

Schon bei der heutigen Preislage des Aluminiums, welche noch nicht den tiefsten möglichen Stand erreicht haben dürfte, da noch immer neue Erfahrungen gemacht werden, um die Herstellungsweise zu erleichtern und zu verbilligen, ist ein Wettbewerb mit Kupfer, Blei und Zink entstanden, welcher mit der Zeit an

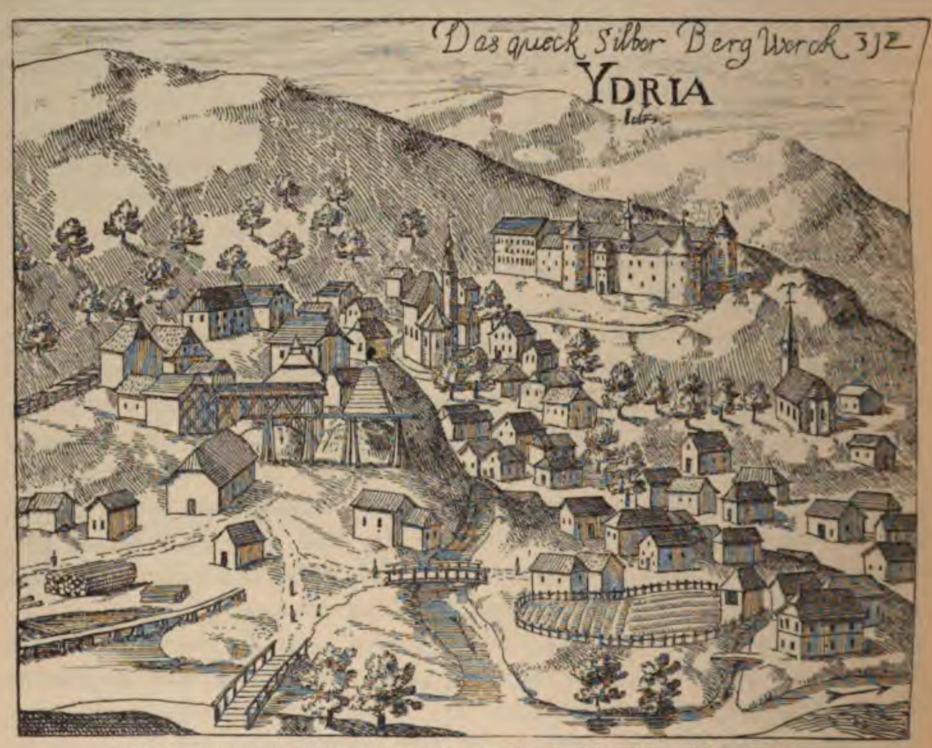
Schärfe gewinnen und zweifellos in vielen Gebieten zu Gunsten des Aluminiums
nden wird. Wenn wir schließlich bedenken, daß endlich einmal in fernen, fernen
Zeiten doch die natürlichen Vorräthe an den technisch wichtigen Metallen ein Ende
rreichen können, daß aber der Reichthum der Erde an Rohstoff für die Erzeugung
es Aluminiums geradezu unerschöpflich ist, so ergiebt sich schon hieraus, daß
ieses bereits heute hochwichtige Metall seinerzeit für die Menschheit eine ganz un-
eahnte Bedeutung erlangen kann. Allerdings dürfen wir bei solchen Betrachtungen
icht vergessen, daß auch der Geist des Fortschrittes nimmer ruht, und daß neue
rfindungen es wohl ermöglichen werden, in Tiefen der Erde einzudringen und
ort den Erzen nachzugehen, welche mit unseren heutigen technischen Hilfsmitteln
ı erreichen aussichtslos wäre.

Bevor wir diesen Abschnitt schließen und zur Besprechung der eigentlichen
delmetalle übergehen, müssen wir uns noch mit einem Metalle beschäftigen, welches
ewissermaßen das Verbindungsglied zwischen den unedlen und den edlen Metallen
ildet. Es ist dies das Quecksilber, ein Metall, welches sehr leicht aus seinem
ichtigsten Erze, dem Zinnober, gewonnen werden kann, und schon von Theo-
hrastus, der um 300 v. Chr. lebte, erwähnt wird, er nannte es treffend
flüssiges Silber«. Dioskorides bezeichnete es dagegen als Wassersilber, und die
lchymisten, denen begreiflicherweise die merkwürdigen Eigenschaften dieses Metalles
ehr viel zu schaffen machten, und die es nach allen Richtungen untersuchten,
egirten und quälten, identificirten es mit dem eilfertigsten Planeten, sie bezeichneten
s als Mercurius vivus, lebender Mercur. Das Beiwort lebend oder flüssig kehrt
lso immer wieder, und auch unser deutsches Wort Quecksilber sagt nichts anderes,
ls eben auch lebendes Silber, denn der Vorsilbe quick oder queck kommt diese
Bedeutung zu, und noch heute wird manchmal der Ausdruck Quickborn für einen
rfrischenden, lebhaft der Erde entströmenden Quell gebraucht.

Die Alchymisten zählten das Quecksilber aber nicht zu den Metallen, von
denen es sich allerdings wesentlich durch seinen bei gewöhnlicher Temperatur
flüssigen Aggregatzustand unterscheidet. Sie betrachteten es vielmehr als einen
Stoff, der in allen Metallen enthalten sei, also gewissermaßen als die Seele der
Metalle, worauf wohl die Eigenschaft des Quecksilbers führte, sich leicht mit
anderen Metallen zu den Amalgamen zu vereinigen. Aus dieser Anschauung ent-
sprang jedoch auch die Ansicht, daß es vielleicht möglich sei, durch Incorporirung
des Quecksilbers in andere Metalle, gewissermaßen durch Einhauchen einer größeren
Portion Seele, diesen den Charakter von Edelmetallen zu verleihen, und auf die
Transmutation der Metalle, auf die Umwandlung unedler Metalle in edle war
ja das Streben der ganzen alchymistischen Schule gerichtet.

Später erkannte man dem verkannten Quecksilber wenigstens die Befugniß
zu, sich ein Halbmetall zu nennen, und noch Brandt bezeichnete es im Jahre 1735
als ein solches. Auch dies darf uns nicht Wunder nehmen, hatte doch Niemand
noch festes Quecksilber gesehen, und somit fehlte ihm die wesentlichste Eigenschaft,

um als Metall zu gelten. Dies wurde jedoch anders, als Braune in Petersbu
im Winter des Jahres 1759 den Nachweis erbrachte, daß Quecksilber durch Käl
mischungen zum Erstarren gebracht werden könne, jetzt erst galt es als wah
Metall. Es ist übrigens interessant, daß dieser so lange in seiner wahren Na
verkannte Körper berufen war, durch seine Eigenschaften wesentlich zum Aufb
des gewaltigen Gebäudes unserer modernen Chemie beizutragen, indem Lavoi ie
die Eigenschaft des Quecksilbers, sich leicht mit Sauerstoff zu verbinden und de n-



Die Stadt Idria im XVII. Jahrhundert. (Nach J. v. Valvasar.) Zu Seite 457.

selben ebenso leicht abzugeben, benützte, um darzuthun, daß bei chemischen Umsetzungen niemals Stoffe verschwinden oder entstehen, sondern daß ihre Menge stets die gleiche bleibt.

Das Quecksilber ist ein bei gewöhnlicher Temperatur flüssiges, silberweißes Metall, welches im reinen Zustande auf einer ebenen Fläche kleine Kugeln bildet; es erstarrt bei einer Temperatur von 39·4° unter Null, und bildet dann eine mit dem Messer theilbare, hämmerbare Masse, welche das specifische Gewicht 14·39 besitzt. Das specifische Gewicht des flüssigen Quecksilbers wurde dagegen nur zu 13·59 gefunden, woraus hervorgeht, daß bei seiner Erstarrung eine bedeutende Contraction stattfindet. Das Quecksilber siedet bei 357° und läßt

ich destilliren, jedoch auch schon bei gewöhnlicher Temperatur verwandelt es sich angsam in Dampf. Hängt man über Quecksilber eine Goldplatte, so überzieht sich diese bald mit einer weißen Schicht, welche aus Amalgam besteht, und noch bei — 13° ließ sich das freiwillige Verdampfen von Quecksilber nachweisen.

Die Erscheinung übrigens, daß Quecksilber erst bei einer tief unter der mittleren liegenden Temperatur erstarrt, ist nichts so Auffallendes, wenn man bedenkt, daß wir verschiedene Metalle kennen, deren Schmelzpunkte sehr tief liegen, und daß sich, wenn wir alle bekannten Metalle nach ihren Schmelzpunkten ordnen, eine absteigende Reihe ergiebt, welche wohl größere Intervalle, aber absolut keine willkürlichen Sprünge erkennen läßt. Während Platin bei ungefähr 2000, Gold bei 1200° schmilzt, besitzt schon das metallische Natrium einen Schmelzpunkt, welcher unter der Siedetemperatur des Wasser liegt, es schmilzt bei 95·6 und das ihm nahe verwandte Kalium schon bei 62·5°. Der Schmelzpunkt eines höchst seltenen Metalles, des Rubidiums, wurde zu 38·5° ermittelt, und Platten eines erst im Jahre 1875 entdeckten Metalles, des Galliums, lassen sich durch Aufsetzen des Fingers durchschmelzen, denn der Schmelzpunkt liegt bei 30°, während die Körpertemperatur 38° beträgt. Das Cäsium, ebenfalls ein höchst seltenes Element, schmilzt schon bei 26 und das Quecksilber eben schon bei — 39·4°, es nimmt in der Schmelzreihe der uns derzeit bekannten Metalle die tiefste Stufe ein, während die höchste das Plattin innehat.

Das Quecksilber kommt in der Natur wohl auch gediegen, am häufigsten jedoch in Verbindung mit Schwefel als Zinnober vor. Dieser enthält 86 Procent Quecksilber und 14 Procent Schwefel und bildet meist ein derbes, dichtes erdiges Mineral, welches jedoch auch mitunter krystallisirt auftritt und sich dann durch lebhaften Glanz sowie durch prächtig rothe Färbung auszeichnet.

Aehnlich wie das Zinn kommt das Quecksilber ebenfalls nur an wenigen Punkten der Erde in abbauwürdiger Menge vor. Die wichtigsten Fundstätten sind Idria in Krain und Almaden in Spanien, ferner findet es sich auch in Ungarn, Californien und Peru.

Wohl bei keinem anderen Metalle beziehungsweise Erze ist man in der Lage, die Bildungsweise so klar zu erkennen, wie dies gerade bei dem Quecksilber der Fall ist. Die schon an früherer Stelle erwähnte Sulfurbank in Californien hat hierüber die wichtigsten Aufschlüsse ergeben, indem dort fortwährend Zinnober zur Ablagerung gelangt. Die dort gemachten, sowie alle übrigen Beobachtungen stimmen aber darin überein, daß das Vorkommen von Quecksilber an große Dislocationsspalten geknüpft ist, welche die Zufuhr des Metalles aus größerer Tiefe ermöglichten.

Die berühmten Quecksilbergruben zu Idria in Krain wurden im Jahre 1497 entdeckt und seit 1580 durch den Staat betrieben. Die Lagerstätte besteht aus Kalk und bituminösem Schiefer der Trias und enthält hauptsächlich Zinnobererz, aber auch gediegenes Quecksilber wird gefunden. Im Jahre 1897 wurden aus

den ärarischen Gruben Idrias 258 Mctr. Zinnober gefördert und 501·3 Tonnen metallisches Quecksilber dargestellt. Dasselbe gelangt in doppelten ledernen Beuteln, welche in flachen Holzfässern verpackt sind, zur Versendung.

Im Jahre 1803 wurde das Bergwerk zu Idria von einem schweren Unglücke heimgesucht. Die Entzündung schlagender Wetter bewirkte das Ausbrechen eines Grubenbrandes, gleichzeitig entwickelten sich aber solche Mengen der höchst giftigen Quecksilberdämpfe, daß die gesammte, an 1300 Mann starke Knappschaft unter den heftigsten Erscheinungen der Quecksilbervergiftung erkrankte. 900 Mann behielten zeitlebens ein Zittern der Glieder, welches sich besonders heftig des Nachts einstellte und sie zu jeder Arbeit unfähig machte, aber auch die restlichen 400 Arbeiter wurden derart mitgenommen, daß sie dauernd kraftlos blieben und nur halbe Schichten machen konnten.

Die Quecksilberminen zu Almaden und dem benachbarten Almadenejos, zwölf an der Zahl, sind seit dem XVII. Jahrhundert bekannt; sie bilden fünf Stock-



Quecksilberofen. Zu Seite 459.

werke, deren unterstes eine Tiefe von 357 Meter erreicht, und bauen auf einem senkrechten, nach unten zu immer breiter werdenden Zinnobergang, welcher zahlreiche Nester gediegenen Quecksilbers umschließt; das unreine Erz enthält 66 bis 72 Procent Quecksilber. Die Quecksilbergruben zu Almaden sind zwar Eigenthum der Krone, wurden aber häufig verpachtet, so 1525—1645 an die Augsburger Fugger, welche dort einen großen Theil ihres Reichthumes schöpften, damals wurden die Gruben mit Harzer und Freiberger Bergleuten ausgebeutet. 1836—1863 war das Haus Rothschild Pächter von Almaden; jetzt werden die Minen wieder vom Staate betrieben. In Almaden werden durchschnittlich 4000 Arbeiter in den verschiedenen Berg- und Hüttenwerken beschäftigt; die Ausbeute an Quecksilber bewegt sich zwischen 20.000—25.000 Mctr. pro Jahr.

Die Gewinnung des metallischen Quecksilbers aus dem Zinnober ist eine sehr einfache Operation, die im Wesentlichen in einer Destillation des Erzes besteht. Dabei muß jedoch für die Trennung des Schwefels vom Quecksilber Sorge getragen werden, denn Zinnober bei Luftabschluß erhitzt verflüchtigt sich wohl, schlägt

sich aber wieder als Zinnober nieder. Entweder geht man daher in der Weise vor, daß man den Zinnober mit einem Zuschlage von Kalk destillirt, der Kalk bindet dann den Schwefel, wobei höchst übelriechendes Schwefelcalcium entsteht, oder man setzt das Erz gleichzeitig dem oxydirenden Einflusse des Luftsauerstoffes aus, wodurch der Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt, welche entweicht, während das Quecksilber sich in geeigneten Kammern verdichtet.

In Idria geschieht die Destillation des Zinnobers in einem Röstofen, welcher aus drei übereinander liegenden Gewölben aa, bb, cc (siehe die Abbildung auf Seite 458) besteht und auf jeder Seite mit einer Reihe von Kammern CC in Verbindung steht, in welchen sich die Quecksilberdämpfe condensiren. Das Erz wird auf den Gewölben geschichtet und durch ein darunter befindliches Feuer geröstet, hierbei verflüchtigt es sich und gleichzeitig wird der Schwefel oxydirt. Die Quecksilberdämpfe schlagen sich hauptsächlich in den ersten Kammern nieder und gelangen von dort durch Canäle in einen gemeinsamen Sammelbehälter. In den weiteren Kammern condensirt sich Wasserdampf und unreines, mitgerissenes Quecksilber, welches gesammelt, mit Erzstaub und Lehm vermengt, zu Ziegeln geformt und abermals destillirt wird. Um schließlich auch das Quecksilber zu gewinnen, welches sich in den Kammern nicht niederschlägt, müssen die Gase noch Thürme D passiren, in welchen über schräg gestellte Platten Wasser herabrieselt. Schließlich wird das Quecksilber durch starke Leinwand oder durch Leder gepreßt, um es vollständig zu reinigen.

Ein großer Ofen zu Idria wurde im Jahre 1794 errichtet, er verarbeitete wohl 1000—1200 Ctr. Erz auf einmal, woraus 80—90 Ctr. Quecksilber gewonnen werden, mußte aber dann mehrere Tage auskühlen, ehe er neuerdings beschickt werden konnte. Man verwendet daher nun Oefen, welche continuirlichen Betrieb gestatten. Es sind dies mit einem beweglichen Roste versehene Thürme, in welchen abwechselnd Lagen von Erz und Holzkohle geschichtet werden; die Quecksilberdämpfe treten oben in einen seitlichen Canal und gelangen nach den Condensationskammern, während unten das erschöpfte Erz von Zeit zu Zeit entfernt und von oben frisches Erz und Kohle nachgefüllt wird.

In Almaden stehen ähnliche Oefen in Verwendung, die Verdichtung des Quecksilbers erfolgt jedoch nicht in Kammern, sondern in beiderseits offenen konischen Gefäßen, welche Aludel heißen und ineinander gesteckt werden. Jede ungefähr 15—20 Meter lange Reihe dieser Aludeln fällt zuerst etwas und steigt dann wieder an; von der tiefsten Stelle führt ein Canal nach einem Sammelgefäße, nach welchem das verdichtete Quecksilber abläuft. Schließlich müssen die Gase noch ein mit Wasser gefülltes Gefäß passiren, in welchem die letzten Antheile Quecksilber condensirt werden.

Die Arten der Verwendung des Quecksilbers sind bekannt. Es dient zur Herstellung wissenschaftlicher Instrumente, wie Thermometer und Barometer, ferner finden sowohl metallisches Quecksilber als auch Verbindungen desselben ausgedehnte

Anwendung in der Medicin und der künstliche Zinnober dient als Farbe. Bevor die galvanische Vergoldung allgemein bekannt war, verwendete man eine Lösung von Gold in Qecksilber, das Goldamalgam, zur sogenannten Feuervergoldung; das Amalgam wurde auf das zu vergoldende Stück aufgetragen und dann durch Erhitzen das Quecksilber ausgetrieben, das hinterbleibende Gold bildete dann eine fest auf dem Metalle haftende Schicht, welcher noch durch Poliren der gewünschte Glanz ertheilt wurde.

Auf seiner Fähigkeit, Gold und Silber leicht zu lösen, beruht auch die Anwendung des Quecksilbers zur Gewinnung dieser Metalle nach dem Amalgamationsverfahren, welches wir an einer späteren Stelle noch näher kennen lernen werden. Seit dem Auftauchen des Cyanidprocesses, wobei das Gold mittelst Cyankaliumlösung extrahirt und dann durch Zink oder Aluminium gefällt wird, hat die Amalgamation, wenigstens für gewisse Golderze, viel an Bedeutung verloren.

Da Quecksilber selbst nicht giftig ist — nur der Dampf desselben ruft die furchtbaren Symptome der Quecksilbervergiftung hervor — und unverändert den Körper passirt, so wird es bei leichten Fällen von Darmverschlingung auch in Gaben bis zu 500 Gr. innerlich verabreicht, in der Hoffnung, daß es durch sein Gewicht die Eingeweide wieder in die normale Lage bringen werde.

Schließlich wollen wir noch einer Anwendung des Quecksilbers gedenken, und zwar zur Darstellung von Knallpräparaten. Wird nämlich Quecksilber mit Salpetersäure und Alkohol behandelt, so entsteht eine neue Verbindung, das Knallquecksilber, welches schon bei ganz geringem Stoße mit fürchterlicher Gewalt explodirt. Dieses Präparat wird in Kupferkapseln gefüllt und diente früher zum Losbrennen der Vorderladergewehre; seit diese ganz durch die modernen Hinterlader verdrängt wurden, wird es nur mehr als Initialzündung für Dynamitpatronen und Schießbaumwolle angewendet. . . . .

Wir haben nun — mit Ausnahme der Edelmetalle Gold, Silber, Platin und Genossen — alle Metalle besprochen, welche für den Menschen von Bedeutung sind. Damit ist ihre Reihe aber durchaus noch nicht erschöpft. Vielmehr kennen wir noch eine große Anzahl zur Gruppe der Metalle gehöriger Elemente, welche jedoch nur sehr selten vorkommen, und deren Darstellung gewöhnlich mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft ist. Aus dem Grunde aber, daß diese Metalle selten sind, daß ihre Darstellung Schwierigkeiten verursacht und daß sie heute noch gar keine technische Bedeutung besitzen, wollen wir durchaus nicht den Stab über sie brechen. Es läßt sich der Gedanke nicht von der Hand weisen, daß wenigstens die Möglichkeit vorhanden ist, daß plötzlich eines oder das andere leicht wird darzustellen sein und hohe technische Bedeutung erlangt. Solche Beispiele boten Magnesium und Aluminium; ursprünglich nur in ihren Verbindungen gekannt und als Metall werthvoller als Gold, ist, seit dank den Fortschritten der Elektrotechnik billige Darstellungsmethoden ersonnen wurden, ihr Preis rapid gefallen, und sie sind nicht mehr Stoffe, welche der Chemiker nur in geringer Menge in seinem Labora-



Die Bergstadt Idria 1898.

(Nach einer Originalzeichnung von L. v. Benesch.)

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

um zu erzeugen vermag, und die er dann als seltene Kostbarkeiten hinter dop-
em Verschlusse aufbewahrt und nur seinen besten Freunden vorzeigt, sie sind
genstand des Welthandels geworden, fanden vielfache Anwendung und könnten
te nur mehr schwer entbehrt werden.

Ein anderes ähnliches Beispiel ist die Erfindung des Auer'schen Glüh-
tes. Wohl handelt es sich hier nicht um die Anwendung seltener Metalle,
dern nur um Verbindungen derselben, gewisser seltener Erden, wie Thorerde,
rerde u. s. f., doch hat auch hier die Erfindung selbst neue Verfahren zur
vinnung und Reindarstellung dieser Stoffe hervorgerufen und ihnen eine Be-
tung verschafft, welche noch vor wenigen Jahren Niemand geahnt hätte. Und
es hier der Fall war, so kann es auch noch mit anderen, heute noch seltenen
tallen und Erden gehen.

Aber auch das große weite Gebiet der Metallurgie ist durchaus noch nicht
eschlossen. Auch hier können noch große weittragende Verbesserungen erfolgen,
wir können dieselben geradezu voraussehen, wenn wir uns vergegenwärtigen,
chen Aufschwung in den letzten Jahren die Elektrotechnik genommen, welchen
fluß sie schon heute auf einzelnen Gebieten der Metallgewinnung ausübt, und
sie berufen scheint, eine tiefgehende Revolution in unserem gesammten Hütten-
en hervorzurufen. Wenn dies Alles auch vielleicht nur als schöner Traum, als
imistische Zukunftsmusik erscheinen mag — vergessen wir nie, daß die befruchtende
e, der Gedanke blitzartig, wie die gewappnete Pallas dem Haupte des Zeus,
springt, und daß große Erfindungen häufig ohne eigentliche Vorläufer gemacht
rden!



Straße und Schloßhof in Idria. (Zeichnung von L. v. Benesch.)


Die Edelmetalle.





Nach Golde drängt,
Am Golde hängt
Doch Alles. Ach wir Armen!
Goethe, Faust.



Californischer Goldgräber.

Mit den Edelmetallen hat es eine eigene Bewandtniß. Wären sie eben so verbreitet wie das Eisen, könnten sie in gleich kolossaler Menge gewonnen werden, dem Menschengeschlechte würden sie wenig Nutzen bringen. Denn ähnlich wie das reine Kupfer, sind sie zu weich, um in der Technik eine Anwendung zu finden, und auch ihre Verbindungen besitzen, mit wenigen Ausnahmen, nur Interesse für den Chemiker, für Gewerbe und Industrien sind sie nahezu belanglos.

Woher stammt nun aber das hohe Ansehen, das Gold und Silber seit altersher genießen, woher stammt die Gier nach diesen Metallen, der Hunger nach dem rothen Gold, der die Menschen verleiten kann, alle Schranken von Gesetz und Recht zu überspringen, Gräuel auf Gräuel
ufen und die Hände mit dem Blute des Bruders zu besudeln? Wieso kam
ß man gerade diesen technisch so wenig wichtigen Metallen solch hohen Werth
te, daß man gerade Gold und Silber als Werthmaßstab erkor, und nicht etwa
Eisen oder das Kupfer, welchen doch eine eminente Bedeutung für unsere
elle Entwickelung zukommt, die thatsächlich einen Gebrauchswerth besitzen, und
nur einen ideellen Werth, welchen man ihnen nach Uebereinkommen zumißt?

Die Ursache dieser Erscheinung haben wir in der Entwickelung des Menschen-
echtes selbst zu suchen. Während ursprünglich der nomadisirende Mensch nur

das erzeugte oder sich zu verschaffen wußte, was ihm zur Stillung des Hungers oder sonst zur Befriedigung eines augenblicklichen Bedürfnisses tauglich erschien, konnte, sobald sich einzelne Stämme mit festen Wohnsitzen gebildet hatten, nicht mehr aller Bedarf an Ort und Stelle producirt werden. Man war vielmehr genöthigt, von auswärts so manches zu beziehen, und so bildete sich zunächst ein Tauschhandel aus, bei dem jedoch Güter oder Vieh gegen Getreide, und Feuersteine gegen Salz eingetauscht wurde. Die Bedürfnisse mehrten sich aber, der Tauschverkehr wurde immer ausgedehnter, und immer von weiter her mußten Rohstoffe, Halb- oder Ganzfabrikate bezogen werden. Dadurch wurde der Tauschhandel aber immer schleppender und umständlicher, und es lag daher nahe, gewissermaßen concentrirtere Werthe zu suchen, welche weniger Raum einnahmen und sich leichter transportiren ließen. An einer früheren Stelle haben wir schon gesehen, daß das Eisen in Form kleiner Beile oder Sicheln dereinst eine solche Rolle spielte, dann kam das Kupfer an die Reihe. Je häufiger diese Metalle aber wurden, je mehr man lernte, sie zu gewinnen und darzustellen, desto größer also ihre Menge wurde, umsomehr mußte ihr Tauschwerth abnehmen, ihre Kaufkraft sinken.

Da fanden sich aber hier und dort im Sande der Flüsse und in angeschwemmter Erde gelbe Metallkörner, welche durch ihr schönes Aussehen und durch ihren Glanz alle anderen Metalle weitaus übertrafen, welche weder an der Luft noch im Wasser, noch im Feuer ihr Aussehen änderten, und sich dadurch ganz gewaltig von ihren minder edlen Verwandten unterschieden. Ueberdies waren sie selten, die Mühe, eine größere Menge zu bekommen, ziemlich groß, und alle diese Umstände zusammengenommen mögen dann dahingewirkt haben, daß man dieses Metall, das **Gold**, neben dem gleichzeitig auch das häufigere, daher minder werthvolle **Silber** bekannt wurde, als Tausch- beziehungsweise Zahlungsmittel annahm. Das Gold und das Silber ließen sich leicht formen und gießen, es konnten ohne besondere Mühe Stücke gleichen Gewichtes daraus geschlagen werden, welche bei geringer Größe und kleinem Gewichte eine hohe Kaufkraft, also großen Werth, besaßen.

Der hohe Werth des Goldes wurde, obwohl er doch nur ein fictiver ist, überall anerkannt, und so erlangte es bald die Bedeutung des Geldes, und Jedermann war bereit, das gelbe Metall gegen Gebrauchsgegenstände einzutauschen, es als Zahlung anzunehmen. Da aber der Werth des Goldes ein relativ sehr hoher ist, war man genöthigt, um den Verkehr überhaupt zu erleichtern, neben den Goldmünzen noch minderwerthigere aus Silber und endlich solche aus Kupfer in Umlauf zu setzen, welche zu einander in bestimmten Relationen standen. So entwickelte sich nach und nach der Geldverkehr, durch welchen nicht nur der Bequemlichkeit des Einzelnen Rechnung getragen, sondern überhaupt der Handel in neue Bahnen gelenkt, der commerzielle Aufschwung ermöglicht, neue Absatzgebiete erschlossen, und die Production gehoben wurde.

Was ist aber das Wesen des Geldes, worin liegt der Werth eines Goldstückes, wodurch kommt es, daß dasselbe überall die gleiche Achtung genießt, trotz-

dem es als Ding an und für sich bedeutungslos und werthlos ist? Man könnte sich ja ebensogut dahin einigen, im Weltverkehre wie auch im Inlandsverkehre Kupfermünzen als Zahlung anzunehmen, oder noch einfacher auf Papier bestimmte Summen zu schreiben und diese als Zahlung zu geben. Warum ist gerade das Gold das bevorzugte unter den Metallen, dem diese besondere Rolle zugewiesen wurde?

Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß man bei der Schwierigkeit, Gold zu gewinnen, nicht eine plötzliche Entwerthung desselben zu befürchten hatte, daß ferner Goldmünzen nur sehr schwierig zu fälschen sind, beziehungsweise daß die Fälschung sehr rasch entdeckt wird, und daß es endlich von Werth ist, eine kleine Münze mit großer Kaufkraft zu besitzen, wie schon oben dargelegt wurde. Dabei dürfen wir aber nicht glauben, daß der Werth des Goldes sich stets gleichbleibt, denn derselbe ist, wenn auch innerhalb enger Grenzen, stets gewissen Schwankungen unterworfen. Das Gold spielt heute auf dem Weltmarkte ganz die Rolle einer Waare, deren Preis bei gesteigerter Nachfrage in die Höhe geht, und sinkt, wenn das Angebot größer wird, als es die Nachfrage ist. Da Gold aber selbst den höchsten Werth repräsentirt, und daher entweder nur mit einer minderwerthigen Münze, deren Werth dann nur nach dem augenblicklichen des Goldes gemessen werden kann, oder aber mit Credit, also z. B. mit den Papieren eines solventen Staates gekauft werden kann, so kann sich ein Sinken des Goldpreises nur in einer abnehmenden Kaufkraft des Goldes überhaupt äußern, sinkt aber die Kaufkraft des Goldes, so müssen in weiterer Folge die Lebensmittel theuerer werden, dann muß beispielsweise für eine gewisse Menge Getreide oder Fleisch eine größere Wertheinheit erlegt werden.

Und der Werth des Goldes, wie des Geldes überhaupt, ist nur darin begründet, daß jede Geldmünze latente Arbeit repräsentirt. Für eine geleistete Arbeit muß Geld erlegt werden, man ist somit im Stande, dasselbe nach Belieben in Arbeit umzusetzen, und wer Arbeit leistet, fordert dafür Geld, und erhält somit seine Arbeit wieder im gebundenen, latenten Zustande zurück, die er dann nach Belieben wieder in Arbeit, die dann ein Anderer direct zu leisten hat, oder aber in Gegenstände, zu deren Erzeugung Arbeit nöthig war, umsetzen kann. So ist das Geld eben nichts Anderes, als eine Anweisung auf eine Arbeitsleistung, und nur so lange die Menschheit arbeitet, kann dasselbe einen Werth besitzen. Und dies kann uns wieder versöhnen mit dem Fluche, der so vielfach an dem Golde haftet.

Wie aber dann, wenn es einmal gelingen sollte, wonach Jahrhunderte hindurch die Alchymisten gestrebt haben, wenn es gelingen sollte, Gold darzustellen, wenn plötzlich dieser allgemein anerkannte Werthmesser ebenso werthlos würde, wie die Steine im Bache oder der Sand im Meere?

Dieses Thema hat der dänische Schriftsteller Otto M. Moeller zum Gegenstande eines hochinteressanten, wenn auch mitunter etwas abenteuerlichen Romanes gemacht, der betitelt ist: »Gold und Ehre«.

Moeller erzählt in demselben, wie es einem jungen strebsamen Chemiker in einer Porzellanfabrik zu Rönningshof am Rönninger Moore nach mancher durchwachten Nacht gelungen, Gold darzustellen, und zwar nach einem einfachen Verfahren, welches es ermöglicht, jede beliebige Menge zu erzeugen. Erik Poulsen ist sich der Tragweite seiner Entdeckung wohl bewußt, er dürstet aber nach dem Ruhme, seine Entdeckung zu veröffentlichen, um hierdurch der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, indem er zeigt, daß von Elementen, von Grundstoffen im heute geltenden Sinne, nicht mehr gesprochen werden kann, da es ihm ja gelungen, einen Stoff in einen andern zu verwandeln.

Kaum hat Poulsen die Richtigkeit seiner Entdeckung Fachmännern dargethan, so wird er zum Ministerpräsidenten citirt, der äußerst bestürzt ist, zu hören, Poulsen beabsichtige, sein Geheimniß aller Welt preiszugeben.

»Aber lieber, guter Herr!« — apostrophirt ihn der Ministerpräsident — »sehen Sie denn nicht ein, was das heißt, was Sie da sagen? Ich begreife sehr wohl, daß für einen Gelehrten, wie Sie es sind, die wissenschaftliche Seite das Wichtigste bei Ihrer Entdeckung ist, aber Sie werden mir bei reiflichem Nachdenken recht geben, wenn ich sage, daß die Angelegenheit auch ihre große praktische Bedeutung hat, die die wissenschaftliche bei weitem überwiegt. Ich zögere nicht es auszusprechen, daß keine andere Entdeckung auch nur annähernd einen gleich großen Einfluß auf die Zustände der ganzen Welt haben wird, als die vorliegende und deshalb ist gar nicht daran zu denken, sie zu veröffentlichen, bevor die Welt so zu sagen ganz allmählich darauf vorbereitet worden ist. Wir müssen zu einer Verständigung gelangen, Herr Poulsen. Nehmen Sie einmal an, Sie gingen auf den neuen Königsmarkt und riefen Ihre Entdeckung dort aus. Zuerst würde man Ihnen natürlich nicht glauben, sondern Sie — das werden Sie mir zugeben — für verrückt halten. Nun wollen wir einmal sagen, Sie streuten das Geld centnerweise unter die Menge, um diese zu überzeugen. Was geschieht? Die Leute werfen sich auf das edle Metall. Man stößt, reißt, prügelt sich darum und füllt seine Taschen. Der Glücklichste belastet sich mit so viel, als er schleppen kann. Indem er aber den ungefähren Werth seiner Last veranschlagt, fällt ihm ein, daß das Ganze jetzt gar keinen größeren Werth mehr hat, als wenn er sich mit, sagen wir einmal, Kupfer bepackt hätte. Und so wird es überall gehen. . . . Das Gold und überhaupt alle Edelmetalle — denn Sie sagen ja selbst, daß es eine Kleinigkeit sein wird, Silber oder Platin herzustellen — verlieren in demselben Augenblick, wo die Entdeckung bekannt gemacht wird, ihren Werth. Der Telegraph verbreitet die Nachricht in wenigen Stunden über die ganze Welt, kurz, diese wird plötzlich ohne Zahlungsmittel dastehen. Und was dann? Alle Börsen, alle Banken, ja wir können ebenso gut sagen, alle Läden und Verkaufsstätten auf der ganzen Welt müssen geschlossen werden und jeder Handel und Verkehr hört auf. Die Beamten bleiben ohne Gehalt, die reichsten Leute der Welt, mit Ausnahme der großen Grundbesitzer (obschon alles Eigenthum überhaupt nicht mehr viel werth sein

wird), werden arm . . . ja, was noch mehr ist, es wird eine Hungersnoth ausbrechen. Der Bäcker kann nichts verkaufen, denn Niemand hat Geld, um ihn zu bezahlen — die wenigen Menschen, die im Besitze von Nahrungsmitteln sind, halten sie zurück. Was soll daraus werden? Ja, man kann soweit gehen zu behaupten, daß die civilisirte Welt genöthigt sein wird, zum Tauschhandel zurückzukehren. Einen anderen Ausweg giebt es in der That nicht, aber ehe man diesen in Gang brächte, wissen Sie was da geschehen würde? Die Massen würden sich empören, die Goldschmiede die Bäckerläden stürmen, die Stadtbevölkerung sich aufs platte Land stürzen und die Bauernhöfe plündern, um ihren Hunger zu stillen. Alles, was Ordnung, Staat, Gesellschaft und Familie heißt, ginge zu Grunde und nur die einzelnen raublustigen Individuen blieben zurück, unter denen ein Kampf Aller gegen Alle toben würde, weil die Welt in einem so gesetzlosen und ungeordneten Zustande eine so große Zahl von Menschen bei weitem nicht ernähren könnte. Verstehen sie nun, Herr Poulsen, welches Unglück Sie über die Welt bringen wollen? Die Achse, worum sich die Welt dreht, ist von Gold — nehmen Sie die weg und das Ganze stürzt zusammen. . . . . . «

Erik Poulsen geht nun auf alle Vorschläge, die ihm gemacht werden, nicht ein, er will den Ruhm seiner Entdeckung genießen, will dieselbe veröffentlichen. Selbst die Krone schlägt er aus, die ihm als Entlohnung für den Verkauf seines Geheimnisses an Deutschland zu Theil werden soll. Aber — überall wird er gehindert, mit Fachschriften in Verbindung zu treten — die Mächte haben sich verständigt, dies nicht zuzugeben, und in Frankreich wird ihm sogar gedroht, ihn bei weiteren Versuchen, seine Entdeckung der Allgemeinheit bekanntzumachen, ohne Umstände ins Irrenhaus zu sperren. . . .

Er geht auf Reisen. Eine mit allem Luxus ausgestattete Yacht trägt ihn durch alle Meere, aber seine Freude an dem Geschauten, seine Lust am Leben ist dahin — Poulsen ist kein freier Mann mehr. Zwei mächtige Kriegsschiffe sind seine steten Begleiter und des Nachts erhellen die elektrischen Scheinwerfer derselben seinen Ankerplatz — die Flucht ist ausgeschlossen. Wohl stehen ihm alle Reichthümer zu Gebote — ist er doch im Stande, soviel Gold zu erzeugen, als er will — aber es ist ihm verwehrt, den Ruhm zu genießen, den ihm seine Entdeckung in wissenschaftlichen Kreisen bringen muß. . . . .

Der »Chemeia« gelingt es, des Nachts zu entkommen, der Scheinwerfer des sie verfolgenden Kriegsschiffes wird durch einen wohlgezielten Schuß zerstört. Poulsen beschließt, da er selbst nicht cultivirtes Land betreten kann, ohne erkannt zu werden, insgeheim seine Entdeckung nach Europa zu senden, er ersteht einen Walfischfänger, der ihm auf hoher See begegnet, mit demselben tritt ein treuer Matrose im Besitze der nöthigen Instructionen und der Beschreibung des Verfahrens die Heimreise an und Poulsen segelt nach Süden weiter. Er erreicht den Südpol, findet dort ein prächtiges Klima und überwintert. Wir treffen die »Chemeia« wieder, wie sie sich eben durch den letzten Eisgürtel in das offene Meer herausarbeitet.

Der Kurs geht nach der Heimat! Das erste Schiff, dem sie begegnen, ist abermals ein Walfischfänger, den sie anrufen. Als das Schiff auf Sprechweite herangekommen, wendet sich ein irländischer Matrose der »Chemeia« mit der Frage an die Mannschaft des Walfischfängers, ob sie Kartoffeln zu verkaufen hätten. Jawohl; der Scheffel kostet — 10 Pfund Sterling. Dies ist jetzt der gewöhnliche Preis und sei sehr billig, denn Kartoffeln seien das Einzige, was arme Leute sich noch erlauben könnten. Die weiteren Auskünfte lauteten auch nicht erfreulicher. Die Welt sei im letzten Jahre in einer Weise mit Geld überschwemmt worden, daß dessen Werth nahe auf Null sank. Gold sei fast gänzlich entwerthet, dagegen Grund und Boden außerordentlich im Werthe gestiegen. Und das hätte man den verfluchten Engländern zu verdanken, die eine wahre Sintfluth von Gold in die Welt schickten. Der Teufel möchte wissen, wie das zuginge. Ihre Marine sei jetzt größer, als die Flotten der ganzen übrigen Welt zusammengenommen, und sie könnten thun und lassen, was sie wollten, denn es gäbe keinen anderen Staat, der sich ihnen zu widersetzen wage. Das Geld nehme die englische Regierung aus der Luft, ohne Steuern und ohne Bewilligung....

Bald wird die »Chemeia« von einem gewaltigen englischen Kriegsschiffe, das sie gesucht hatte, mittelst eines mächtigen Elektromagnetes gefangen, Poulsen verhaftet und ins Irrenhaus gebracht. Dort kommt er mit jenem Matrosen zusammen, den er einst mit seinem Geheimnisse nach der Heimat gesendet hatte, er war gefangen, des Geheimnisses beraubt und ebenfalls als irrsinnig erklärt worden.

Mit dessen Hilfe entkommt Poulsen auf abenteuerliche Weise, rettet auch seine Frau und die übrige Mannschaft der »Chemeia«, die in der gleichen Anstalt internirt waren und landet nach mühevoller Fahrt glücklich auf den Färöerinseln. Dort erzählt ihnen ein armer Fischer:

».... Es kann jetzt etwa zwei oder zwei und ein halbes Jahre her sein, da kam auf einmal sehr viel Geld in die Welt — viel mehr, als früher da gewesen war, und das meiste war englisches Geld, schöne blanke Goldschillinge. Aber je mehr Geld es gab, um so theuerer wurde Alles, was wir an den Preisen merkten, die wir für unsere Schafe, unsere Wolle und unsere Eiderdaunen erhielten. Das ging so weit, daß wir über tausend Kronen für ein Lamm bekamen. Allein wenn wir etwas kaufen wollten, war das ebenso theuer, so daß wir keinen Vortheil davon hatten. Das wurde schlimmer und schlimmer; zuletzt war das Geld gar nicht mehr zu Handelsgeschäften zu gebrauchen. Wir konnten uns ebensogut die Tasche mit Steinen füllen, wenn wir nach Thorshafen gingen, denn das kam auf eins heraus. Es blieb nichts Anderes übrig, als zu tauschen, Schafe gegen Werkzeug und Eiderdaunen gegen Nadeln, und es wurde also wieder so, wie in ganz alten Zeiten.«

»Von fremden Seefahrern hörten wir, daß es in den großen Staaten rein toll hergeht, und daß man dort für Geld gar nichts mehr haben könne. Der Schuster mußte mit dem Bäcker tauschen und ihm Schuhzeug geben, wenn er Brot

haben wollte. Leute, die reich gewesen waren, wurden arm, besonders wenn sie sich nicht beizeiten sichergestellt und sich mit Dingen versorgt hatten, die sie tauschen konnten. Am übelsten waren die Beamten daran. Ihr Gehalt für ein ganzes Jahr reichte kaum zum Lebensunterhalt für einen Tag, und man erzählt sich, daß die meisten ihre Aemter im Stiche ließen und Handwerker wurden. Der Amtmann hier mußte von dem leben, was ihm sein Grund und Boden lieferte, und unseren Pfarrer haben wir selbst ernähren müssen. Statt des Geldes wurden Verschreibungen über alles Mögliche gegeben, und es kam vor, daß die Leute Verschreibungen über die Dinge ausstellten, die sie gar nicht hatten, und mit Gesetz und Recht war nicht viel zu machen.«

England, welches das viele Geld in die Welt hinaussandte, wurde immer mächtiger und übermüthiger, und endlich verbündeten sich alle Staaten gegen dasselbe, es brach ein großer Weltkrieg aus. Der Erzähler fährt fort:

»Als dieser im vollen Gange war, kam es an den Tag, daß England sein Gold auf künstlichem Wege herstellte, und nun verlor das Geld den letzten Rest seines Werthes. Die Staaten konnten keine Steuern mehr erheben, außer in der Form von Naturalien, und überall mangelte es an Beamten. Der Krieg hörte von selbst auf, und statt dessen gab es auf der ganzen Welt Revolution. Viele Menschen gingen zu Grunde, und die Völker setzten sich selbst Regierungen ein. Aber nun ist doch endlich die Ruhe wieder hergestellt, seitdem das neue Geld erfunden worden ist. Das besteht aus Papiergeld. Jetzt heißt es ‚Quadratmeter' und ‚Quadratcentimeter' statt Kronen und Oere, und es giebt auch welches, das heißt ‚Quadratmillimeter', das ist das kleinste.«

Die neue Note besitzt aber folgenden Wortlaut:

Die vereinigte nordische Grundbesitzerbank überweist dem Vorzeiger dieses
HUNDERT QUADRATCENTIMETER DÄNISCHEN NORMALBODEN

J. Hansen. S. P. Berg.

Kopenhagen 1903.

»Man bezahlt,« erzählt der Fischer weiter, »heutigen Tages mit Land, aber da das Land natürlicherweise verschieden fruchtbar ist, wird es in ähnlicher Weise berechnet, wie in alten Zeiten das Hartkorn. (Dies ist in Dänemark der Ausdruck für die Beschaffenheit des Ackerbodens, die bei den Steuerbemessungen zu Grunde gelegt wird. Eine beigesetzte Zahl — bis zu 24 — bezeichnet den Grad der Güte.) Für den Schein kann man ein kleines Stück guten Boden erhalten oder größere Strecken Sandboden, und jedesmal, wenn man Grund und Boden in die Bank geben will, wird er untersucht und sein Werth im Verhältniß zum Normalboden festgestellt.«

Poulsen kehrt als armer Mann in seine Heimat zurück. Selbst um den Ruhm seiner Entdeckung ist er betrogen worden — ein Engländer hatte sich, nachdem das Geheimniß der englischen Regierung bekannt geworden, denselben

beigelegt. Poulsen ist froh, als ihm der Präsident des Volksrathes, dem er seine Geschichte erzählt, sagt:

»Jeder, der arbeiten will, braucht in diesen Zeiten keinen Mangel zu leiden, und Chemiker sind gerade besonders gesucht. Täglich müssen so viel Bodenanalysen vorgenommen werden, daß sie sich kaum bewältigen lassen. Seit einem Monat ist eine neue analytische Station in Jütland eröffnet worden, und wir haben nicht Techniker genug, die Hälfte der Stellen zu besetzen. Sie werden dem Staate einen Dienst erweisen, wenn sie eine Assistentenstelle dort annehmen wollen. Das Gehalt beträgt tausend Quadratmeter und freie Wohnung.«

Seine Tage beschließt Poulsen als ein in sich gekehrter Mann, als Vorstand einer chemischen Station am Südrande des Rönninger Moores, die sich nahezu an derselben Stelle erhebt, an welcher dereinst die Porzellanfabrik gestanden....

Sollen wir dieser Schilderung noch etwas hinzufügen? Unseres Erachtens ist dies nicht nöthig. Klar und deutlich sagt dieselbe: nur der Grund und Boden, der uns nährt, besitzt dauernden Werth — Gold ist nur Chimäre.......

Da das Gold heute als das edelste und werthvollste aller Metalle gilt, da es gewissermassen der Repräsentant von Macht und Ansehen ist, sollte man glauben, daß auch sein Vorkommen gering und nur an einzelne Länder gebunden ist. Dies trifft jedoch nicht zu, vielmehr ist das Gold nächst dem Eisen auf der Erde das verbreitetste aller Metalle, aber nur an sehr wenigen Orten findet es sich in solcher Menge, daß die Gewinnung des Metalles lohnend erscheint, und hieraus erklärt sich, trotz der weiten Verbreitung des Goldes auf der Erde, dessen hoher Werth.

Die Hauptmenge des Goldes kommt in gediegenem Zustande vor. Wohl wird auch ein richtiges Golderz, das Gold-Tellurerz gefunden, doch nur so überaus selten, daß dieses Vorkommen eigentlich gar keine Rolle spielt. Der Ausdruck »gediegenes Gold« wird aber sehr häufig mit dem Begriffe reines Gold identificirt, jedoch nur irrthümlicherweise. Es ist zwar richtig, daß manches »gediegene« Gold nahezu chemisch rein ist, aber diese Fälle gehören zu den Ausnahmen. Die Regel ist vielmehr, daß das gediegene Gold aus Gold, und zwar 60—99 Procent besteht, indeß die übrigen 1—40 Procent sich aus Silber, Kupfer, Eisen, Quecksilber, Platin und kleinen Mengen platinähnlicher Metalle zusammensetzen.

Am häufigsten findet sich neben Gold noch Silber vor, und der Gehalt an anderen Metallen beträgt nur in seltenen Fällen ein ganzes Procent. Man kann also demnach in der Regel das »gediegene« Gold als eine Gold-Silberlegirung bezeichnen, deren Goldgehalt zwischen 60 und 99 und deren Silbergehalt zwischen 0·1 und 39 Procent schwankt.

Mit Rücksicht auf sein Vorkommen kann man das Gold als Berggold, als Waschgold und als vererztes Gold bezeichnen, untereinander weisen diese Goldsorten sehr wesentliche Unterschiede auf.

Die Bezeichnung **Berggold** kommt jenem Golde zu, welches sich noch an ner ursprünglichen Lagerstätte, namentlich im Quarzgebirge vorfindet; es erscheint rt in Form kleiner, meist nur mit Hilfe der Lupe erkennbarer Blättchen oder ch in Hohlräumen blech-, draht-, moos-, baum- oder netzartig. An manchen rten wurde auch krystallisirtes Gold gefunden, doch ist diese Art des Vorkommens chst selten.

Als **Wasch-** oder **Seifengold** kommt das Gold am häufigsten in der Natur r; durch den Einfluß der Luft und des Wassers werden die goldführenden Ge-



Goldklumpen in natürlicher Größe. Gefunden 1850 in Californien. Zu Seite 473.

rge fortwährend zerstört und durch Flüsse fortgeschwemmt; die Producte dieser erstörung lagern sich dann als sogenanntes Alluvium, Schwemmland oder Seifen-birge ab und bilden die eigentlichen Fundstätten werthvoller Mineralien. Wie ir gesehen haben, wird auch Zinn aus solchen Seifen gewonnen. In den Seifen scheint das Gold in Begleitung von Quarzsand, Magneteisenstein, Zinnstein und deren specifisch schweren Mineralien in verschiedenen Formen; man findet es eils als feines Pulver, als Goldstaub, theils in Form von Körnern oder un-gelmäßig gestalteten Klumpen vor, letztere werden von den englischen Goldgräbern Nuggets« geheißen. Diese Nuggets, welche meist eine abgerundete geschiebeähnliche estalt besitzen, wechseln ungemein in der Größe, der größte, und zwar in Australien efundene Klumpen wog 87 Kgr. Ist ein solcher Fund auch eine große Seltenheit nd werden selbst Stücke von weitaus geringerem Gewichte gerne von der trunkenen Phantasie in vielen Fällen wesentlich vergrößert, so ist es doch keine allzugroße

Seltenheit, daß Stücke gediegenen Goldes von mehreren Kilogramm im Gewichte gefunden werden.

Nach den oben gemachten Andeutungen über die Entstehung der Goldlager im Seifengebirge erscheint die häufige Verbreitung des Goldes auf der Erde leicht erklärlich: alle Ströme, welche durch Zuflüsse aus goldführenden Gebirgen gespeist werden, müssen selbst auch Gold mit sich führen. Und so verhält es sich auch in Wirklichkeit; die Donau, der Rhein, der Ural und viele andere führen Gold in ihrem Sande mit sich, allerdings fast immer in so geringer Menge, daß an eine Gewinnung dieses Goldes nicht zu denken ist, indem der Werth des gewonnenen Goldes weit hinter der zur Gewinnung aufgewendeten Arbeit zurückbleiben würde.

Das vererzte Gold ist bisher nur an wenigen Orten gefunden worden, und zwar ist das Gold mit einem sehr seltenen, dem Schwefel ähnlichen Körper, Tellur genannt, verbunden. In manchen Gegenden, wie beispielsweise in Siebenbürgen und in Kalifornien, ist das Tellurgold ein wichtiges Materiale zur Goldgewinnung. Man unterscheidet unter den Tellurgolderzen hauptsächlich die folgenden:

Schrifttellur oder Sylvanit, auch Weiß-Sylvanerz, in Form von nadelförmigen Krystallen in Siebenbürgen und Californien gefunden, enthält Gold, Silber und Tellur nebst kleinen Mengen von Antimon und Blei; der Goldgehalt beträgt 24—30 Procent, der Gehalt an Silber 3—15 Procent. Das Schrifttellur bildet stahlgraue, weiße oder gelbe Krystalle.

Blättertellur oder Nagyagit kommt in Gestalt kleiner Krystallblättchen von schwärzlich-grauer Farbe vor. Er wird hauptsächlich in Siebenbürgen gefunden und enthält Blei, Gold und Kupfer an Tellur, Schwefel und Antimon gebunden, und zwar 6—9 Procent Gold und 50—60 Procent Blei.

Das Weißtellur oder Gelberz besteht aus Gold, Silber, Blei, Tellur und Antimon und enthält 25—30 Procent Gold neben 3—15 Procent Silber. Es wird ebenfalls vornehmlich in Siebenbürgen gefördert, wo es, wie die beiden anderen Tellurerze, auf Gold verarbeitet wird.

In sehr vielen Kiesen und Blenden, welche die verschiedensten Metalle enthalten, finden sich sehr häufig ungemein geringe Mengen von Gold vor. Obwohl nun dieses Gold blos rein theoretisches Interesse besitzt, indem es sich Niemand beifallen lassen wird, aus Mineralien, welche nur einige Hunderttausendstel an Gold enthalten, letzteres fabriksmäßig gewinnen zu wollen, knüpft sich an den Nachweis des Goldes in diesen Mineralien die Vermuthung, daß das Gold in den Kiesen und Blenden als Schwefelgold oder mit Arsen oder Antimon verbunden vorkomme, und daraus erklärt sich auch die Thatsache, daß man in manchem Kupfer, beziehungsweise Zink, sehr kleine Mengen Goldes nachzuweisen im Stande ist.

Die wichtigsten Fundstätten des Goldes wurden im Allgemeinen schon oben angedeutet, wir wollen uns jetzt blos darauf beschränken, jene Localitäten kurz anzugeben, in welchen die Production von Gold in beachtenswerthem Maße be-

rieben wird, daran wollen wir eine Schilderung einzelner Golddistricte selbst nüpfen.

Unter den Ländern Europas — die Gegenden Rußlands, welche Gold roduciren, gehören hauptsächlich zu Asien — nimmt Ungarn mit Siebenbürgen ie erste Stelle ein, und Siebenbürgen ist gegenwärtig überhaupt das an Gold ichste Land des Continentes. In Ungarn sind es die Districte von Nagybanya, elsöbanya und Kapnik sowie jene von Kremnitz und Schemnitz, welche Gold efern, und zwar sind die Lagerungsverhältnisse meist derart, daß die gold- ihrenden Quarzgänge, welche außerdem noch werthvolle Fahlerze, silberhaltigen leiglanz u. s. w. führen, durch Grünstein, Trachyt und durch zersetztes Feldspath- stein streichen.

Ein altes ungarisches Sprichwort sagt: Kremnitz hat Mauern von Gold, chemnitz von Silber und Neusohl von Kupfer. Heute trifft dies nun allerdings icht mehr zu, da die Goldproduction sehr stark zurückgegangen ist. Auch wird wohl kaum mehr richtig sein, was früher behauptet wurde, daß nämlich die äuer zu Schemnitz ihre Schuhe mit silbernen Nägeln beschlugen. . . .

In Siebenbürgen wird Gold gewonnen in Vöröspatak, Nagyag-Offenbany, Zalatna und im Thale des Aranyos, d. h. Goldfluß; die in Siebenbürgen pro ahr producirte Goldmenge dürfte bis zu 1000 Kgr. betragen.

Besonders zahlreich sind die Goldminen in der Gegend von Vöröspatak, o durch mehr als tausendjährige bergmännische Thätigkeit die Berge kreuz und uer von Stollen durchfahren sind. Schon die Römer hatten dort ausgedehnten Bergbau, und manche Krummhalsstrecke wie auch mancher prächtige geräumige Stollen ist noch als Zeuge vergangener Tage zu sehen.

In den Alpenländern Oesterreichs, namentlich im Salzburgischen in der Rauris und am Rathhausberge bei Gastein, ferner in Kärnten, Paternion und St. Wolfgang, befinden sich Goldbergwerke, welche sehr geringe Erträgnisse liefern, und welche entweder schon wieder aufgelassen wurden, oder deren Auflassung doch nur eine Frage der Zeit ist. Die Donau führt ebenfalls Gold, doch nur in so geringen Mengen, daß die wenigen Zigeuner, welche sich mit dem Goldwaschen in Ungarn beschäftigen, täglich kaum mehr als 30—40 Kreuzer verdienen.

Auch die Goldproduction Deutschlands ist nur gering. Der Rhein führt zwischen Basel und Mainz Gold, welches von einem im Strombette befindlichen Lager herstammt, der Sand enthält jedoch im Cubikmeter, welches circa 1800 Kgr. wiegt, nur 0·0146—0·017 Gr. Gold. Im Großherzogthume Baden wird an manchen Orten die Goldwäscherei betrieben, ebenso in der Moselgegend, in Westfalen, im Fichtelgebirge und im sächsischen Erzgebirge.

An manchen Orten Deutschlands wird das Gold auch bergmännisch gewonnen, so z. B. bei Hohenstein, wo Fahlerze vorkommen, welche Silber mit einem Gehalte von 2·25 Procent Gold liefern.

Sonst ist das Goldvorkommen in Europa nur mehr sehr beschränkt. In Irland fand man wohl vereinzelte Goldlager, doch sind diese von sehr geringer Mächtigkeit. In französischen und in den Flüssen der Schweiz findet sich Waschgold; die spanischen Goldwerke sind kaum nennenswerth; in Italien wird am Monte Rosa etwas Gold gewonnen, in Kongsberg in Norwegen gewinnt man Silber, welches bis zu 6 Procent Gold enthält; damit haben wir aber auch die halbwegs bedeutenderen Goldvorkommen Europas erschöpft.

Besonders reich an Gold scheint Asien zu sein. Die am Ostabhange des Ural zerstreuten Gruben finden sich sowohl im Seifengebirge als auch in einem eigenthümlichen Granit vor, und zwar sind es wieder mächtige Quarzgänge, welche das Gestein durchziehen, die man als die eigentlichen Träger des Goldes ansehen muß. Die Goldausbeute beträgt gegenwärtig aus je 400 Kgr. bauwürdigen Gesteins durchschnittlich nur 0·4 Gr. Gold, die jährliche Ausbeute der im Ural befindlichen Werke soll aber weit über 10 Millionen Mark betragen.

Weit reicher als die Werke im Ural sind aber jene, welche in neuerer Zeit in Ostsibirien in einer Hügelkette erschlossen wurden, welche die nordsüdlich streichenden Ausläufer des Altai bildet. Dieser Golddistrict soll an Ausdehnung der Größe Frankreichs gleichkommen, er liefert nach einer annähernden Schätzung jährlich mehr als 50 Millionen Mark an Goldeswerth. Auch in Lappland hat man ziemlich reiche Goldlager gefunden, welche aber wegen des zu rauhen Klimas dieses Landes nicht ausgebeutet werden können. Finnland liefert ebenfalls eine, wenn auch nur sehr geringe Menge Gold, dasselbe lagert dort im Sande.

Der Goldreichthum Kleinasiens war schon im Alterthume berühmt; die Reichthümer des Krösus sollen aus dem Waschgolde stammen, welches aus dem Pactolus gewonnen wurde. Auch China, Tibet, Japan, Hindostan sind sehr goldreiche Länder, aber über die Goldgewinnung dort ist selbst heute noch nahezu nichts bekannt, wenn wir von den kargen Schilderungen einzelner Reisender absehen.

Auch in Afrika findet sich viel Gold, und aller Wahrscheinlichkeit nach lag das bei den Alten eine große Rolle spielende Goldland Ophir in diesem Erdtheile. Gegenwärtig findet man viel Gold in Kordofan, zwischen Darfur und Abessynien, welches Land dem alten Aethiopien entspricht, wo nach einigen Forschern auch das Wunderland Ophir zu suchen wäre.

Die in neuerer Zeit zwischen Limpopo und dem Zambesiflusse und in Transvaal (Witwatersrand) aufgefundenen Goldlager besitzen eine sehr große Ausdehnung, das Gold findet sich in denselben hauptsächlich noch auf seiner primären Lagerstätte in Quarz eingesprengt. Bei der enormen Ausdehnung des afrikanischen Continentes, welcher selbst heute noch, trotz mancher erfolgreichen Forschungsreise in geologischer Hinsicht nur sehr mangelhaft durchforscht scheint, dürfte man dort wohl noch manches reiche Goldlager entdecken, und es wird die Untersuchung des Sandes der großen Ströme wohl noch am ehesten auf die Spur derselben führen.

Die Besitzergreifung eines großen Theiles von Südamerika durch die Spanier innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes wurde namentlich durch die reichen Mengen Goldes bewirkt, welche die Eroberer, deren geradezu bestialische Gräuel genugsam bekannt sind, in Peru vorfanden. Dieses Land ist übrigens reicher an Silber als an Gold, und bis in die neueste Zeit hat Brasilien als das eigentliche Goldland von Südamerika gegolten; in unserem Jahrhunderte hat jedoch die Goldproduction Brasiliens sehr bedeutend abgenommen. Das gesammte Stromgebiet des Francisco enthält goldführende Alluvien, und aus diesen wird es auch gewonnen, dagegen kommt eigentlicher Bergbau nur selten zur Anwendung. Auch Peru, Chile, Columbien, Neu-Granada, Venezuela liefern gewisse Mengen an Gold, welche ebenfalls zum größten Theile der Ausbeutung von Seifenlagern entstammen.

Nordamerika war durch ungefähr zwanzig Jahre, von 1848—1868, jener Erdtheil, welcher als die reichste Goldquelle der Erde angesehen werden konnte; Mexiko producirte schon seit langer Zeit erhebliche Mengen von Gold; in Nord- und Südcarolina, Virginia und Canada wird ebenfalls Gold in nennenswerther Menge gewonnen. Das eigentliche Goldland Nordamerikas ist Californien gewesen und ist es noch, denn die Ausbeute, welche vom Jahre 1848—1855 daselbst gemacht wurde, wird auf 1275 Millionen Mark geschätzt und beträgt gegenwärtig noch in runder Zahl 285 Millionen Mark jährlich; die Gesammtproduction von 1848—1866 wird aber, wohl etwas hoch gegriffen, auf 167,260.000 Pfund Sterling geschätzt.

Das californische Gold findet sich im Stromgebiete des Sacramento und des San Joaquin, und es lagert theils im Alluvialboden, theils in einem lockeren zerreiblichen Sandsteine.

In Britisch-Columbien hat man in neuerer Zeit Goldlager entdeckt, welche sich auf 400 englische Meilen zwischen Fort Hope und Fort Alexander erstrecken und am Fraserflusse besonders reich sein sollen; auch die Nebenflüsse des Fraser führen nicht unbedeutende Mengen Gold.

Von den übrigen Staaten Nordamerikas sind als goldproducirende zu nennen jene von Virginia, wo Gold theils auf primärer Lagerstätte, im Quarz, theils im Schuttland gefunden wird; Minnesota weist mehrere ergiebige Productionsstätten auf; Montana liefert jährlich Gold im Werthe von 16 Millionen Dollars, auch Collorebo und Nova Scotia sind in neuerer Zeit in die Reihe der goldproducirenden Staaten getreten.

In Australien begann die Ausbeutung der Goldschätze dieses Erdtheiles erst im Jahre 1851, obwohl schon 1841 Clarke auf das reichliche Vorhandensein des edelsten aller Metalle in dem fünften Welttheile aufmerksam gemacht hatte. Zuerst wurde in Neu-Süd-Wales Gold gewonnen, später wurden in der Provinz Victoria noch reichere Goldlager entdeckt, welchen die Auffindung der Goldlager in der Nähe von Melbourne folgte. Gegenwärtig wird die Gewinnung

des Goldes in Australien systematisch durch eigene Productionsgesellschaften betrieben.

Die jährliche Goldausbeute in Australien wird auf 258 Millionen Mark geschätzt, und namentlich in der Nähe von Melbourne hat man die größten bis nun bekannten Goldklumpen gefunden, welche die in Californien zu Tage geförderten Stücke um Vieles übertreffen; es ist für Californien charakteristisch, daß das Gold daselbst zwar massenhaft, aber meist nur in Form von Staub und kleinen Körnern vorkommt. Bis nun wird in Australien Gold fast ausschließlich nur aus dem Seifengebirge gewonnen, bergmännischer Betrieb ist noch nicht überall eingeführt.

Wie aus der vorstehenden kurzen Schilderung zu entnehmen ist, findet sich Gold an sehr vielen Orten; über das Vorkommen dieses Metalles im Innern von Australien, Südamerika, den großen asiatischen Staaten, sowie von Central-Afrika ist fast nichts bekannt, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß in vielen, zur Zeit der Cultur noch nicht erschlossenen Ländern noch reiche Goldlager vorhanden sind, welche der Entdeckung und der Ausbeutung in kommenden Tagen harren....

Wenn wir nach dem Ursprunge des Goldes, d. h. nach seiner ersten, von der Geschichte beglaubigten Verwendung durch die Menschen forschen, so vermögen uns die vorhandenen Quellen darüber keine Auskunft zu geben. Sicher ist nur, daß unter allen Metallen das Gold zuerst die Aufmerksamkeit unserer Vorfahren erregte, nicht sowohl seines Glanzes, als vielmehr seiner relativ leichten Zugänglichkeit wegen. Das Gold des Schwemmsandes brauchte ja nur, und dies im wahren Sinne des Wortes, vom Boden aufgelesen zu werden. Aus alten Zeugnissen geht hervor, daß aus dem Sande iberischer Flüsse zuweilen halbpfündige Stücke des edlen Metalles gewonnen wurden, und in Bosnien wurde noch zur römischen Kaiserzeit ein höchst einträglicher Goldbergbau betrieben. Die ertragreichsten Fundstätten dürften aber jene im Innern von Asien gewesen sein, oder genauer bezeichnet im Altaigebiete, der fabelhaften Heimat der goldhütenden Greifen des Herodot. Auf dieselbe Spur weist die indische Sage von den goldgrabenden Ameisen in den Wüsten nördlich vom Himalaya, aus welchem die Inder ihren Goldbedarf bezogen, also nicht von jener von Plinius erdichteten Goldinsel Chryse, welche, gleich der Silberinsel Argyre, von den Germanen an die Mündung des Ganges verlegt wurde.

»So liegt das Geheimniß vom Ursprunge des Goldes verhüllt vor den Augen der Nachgeborenen. Der ungeheuere Aufwand, welcher mit diesem Edelmetalle, sehr im Gegensatze zu dem weniger beachteten, weil schwerer zugänglichen Silber, im Alterthume gemacht wurde, tritt in zweierlei Formen in die Erscheinung: in den geschriebenen Zeugnissen der Geschichte, deren Blätter voll von dem Prunk und Glanz, dem fabelhaften Aufwande der altpersischen, babylonisch-assyrischen und ägyptischen Herrscher, vornehmlich aber der semitischen Völker sind; zweitens in den handgreiflichen Zeugnissen der Gräber mit ihrer Fülle von Gold-

funden. Das Gold eröffnet die Geschichte der Metalle, und es ist keine gewagte Behauptung, wenn man sagt, daß die helle Pracht des ersteren zur Erfindung der Bronze geführt haben dürfte, mit welcher ein langer Abschnitt der menschlichen Entwickelungsgeschichte begrifflich zusammenhängt. Der putzsüchtige Kelte in seiner Goldsucht und der ihm stammverwandte Illyrier, ‚klingelnd und blitzend in einer goldhellen Bronze‘ geben unter vielen ähnlichen Beispielen einen handgreiflichen Beweis für diesen Sachverhalt.«

»Die Moralisten, und mit diesen die Poeten, behaupten bekanntlich — und vielleicht nicht mit Unrecht — daß an dem Golde ein unaustilgbarer Fluch hänge, daß die Menschen es zu ihrem Verderben entdeckt und in Gebrauch genommen hätten. Der Goldsagen sind denn auch Legion, und so hell der kostbarste Schatz der Erde im Sonnenlichte gleißt: um seine Gloriole schlagen die Fittiche der Dämonen. Mit Grauen schauen wir in die finsteren Stollen der Goldbergwerke Altägyptens, in welchen schwer mißhandelte Sclaven, nackt und mit an die Stirne gebundenen Lämpchen, unter Peitschenhieben roher Aufseher das begehrte Metall schürfen ... ‚Gold ist schädlicher als Eisen‘ lautet eine uralte Sentenz. Aber der siegreiche Brennus, der mit seinem Schwerte die goldgefüllte Waagschale ins Gleichgewicht bringt, zeigt, daß Gold und Eisen ohne Schwierigkeit in gegenseitige Beziehung treten können. Auf den Sieg der Waffen folgt die Tributleistung des Besiegten: schwere Lasten an Gold in Platten, Ziegeln, Stangen, Ringen und Beuteln. Die Schätze asiatischer Königspaläste vermögen nicht die Greuel zu überstrahlen, welche mit dem Besitze der ersteren verknüpft sind. Ob aber die Kriegsfurie durch die Jahrtausende minder blindwüthig gehaust hätte, wenn es kein Gold gegeben, möge dahingestellt bleiben. ...«

»Die indogermanischen Naturvölker bezogen lange Zeit das Gold nur aus dem Süden. ‚Ob es gnädige oder zürnende Götter sind, die ihnen Gold und Silber verweigert, will ich nicht entscheiden‘ sagt Tacitus von den Germanen. ‚Doch möchte ich nicht behaupten, daß keine Bergader Deutschlands Silber oder Gold zeuge; denn wer hat das untersucht?‘ Doch ist die Verführung dieser Völker durch fremdes Gold auf zwei Wegen gewandelt. Auf dem Wege der Bestechung hat sie vielfach Eingang gefunden und die guten Sitten der Nation untergraben. Auf dem Wege der Aufreizung zu Raub und Plünderung hat sie späterhin ihre eigene Schuld gebüßt und nicht wenig dazu beigetragen, den Strom der Nordvölker nach dem gleißendem Süden zu lenken. Die Germanen kamen vom gleichen Goldburste getrieben, wie viele hundert Jahre früher die Kelten; aber sie verkauften ihre Siege nicht wie diese um bloßes Gold. Den echt indogermanischen, urzeitlich frommen Gedanken, daß das Gold der Tiefe gehört und daß es in Menschenhänden fortwirkenden Fluch erzeugt, hat das deutsche Nibelungenlied in unvergänglicher Weise künstlerisch ausgeprägt und festgehalten.«

»Zahlreich sind die Stellen in alten Schriften, welche auf den geradezu fabelhaften Goldreichthum und die Sucht, dasselbe sowie andere werthvolle Dinge

aufzuspeichern, im Alterthume hinweisen. Nicht nur, daß die Mächtigen ihre Schatzkammern mit dem gelben Metalle füllten, auch den Göttern wurden von den Besitzenden reiche Gaben in ihren Tempeln dargebracht, die theils in Barrengold, theils aber auch in aus Gold verfertigten, künstlerisch durchgebildeten Gegenständen bestanden. So prangte auf dem Giebel des Zeustempels zu Olympia eine vergoldete Siegesgöttin in gewaltigen Dimensionen, und bekannt ist ja die Pracht des von Phidias modellirten und ausgeführten Standbildes des Zeus, dessen entblößter Oberkörper aus Elfenbein, die herabsinkende Gewandung aber aus Gold bestand.« (Schweiger-Lerchenfeld.)

Von diesen Reichthümern und Schätzen berichten uns aber nur mehr Schriften. Sie selbst sind geraubt und in blinder Wuth vernichtet worden, und das werthvolle Gold wurde in alle Lande zerstreut. Heute geht man sparsamer um mit dem edlen Metalle. Trotzdem es durch viele Schriftsteller des Alterthums erhärtet ist, muthet es uns doch fast wie eine Sage, wie ein Bericht aus dem Märchenlande an, wenn wir vernehmen, daß die Kolossalstatue der Pallas Athene, die als hochverehrtes Wahrzeichen des glücklichen Griechenlands unter den Prachtbauten der Athener Akropolis stand, einen Chiton aus purem Golde trug, der einen wesentlichen Bestandtheil des Staatsschatzes ausmachte. Das goldene Zeitalter ist vorbei, und heute sind die Gedanken der Welt wohl auf höhere Ziele gerichtet, als auf die Ansammlung solch kolossaler Reichthümer. In trefflicher Weise charakterisirt dies W. Jordan mit den Worten:

»Wir sind erwacht — des Traumes Bild erblicken
Wir immer noch, nur vor uns, statt im Rücken;
Ein Eden langsam wachsend aus der Saat
Der Wissenschaft, der Arbeit und der That.«

Bevor wir uns aber der Gewinnung des Goldes selbst zuwenden, müssen wir noch jener Jahrhunderte andauernden Bestrebungen gedenken, welche darauf hinausgingen, Gold darzustellen, beziehungsweise andere, unedle Metalle in Gold zu verwandeln. Es war dies das Zeitalter der Alchemie, dessen Anfang wohl schon bei den Phönikern zu jener Zeit zu suchen ist, als bei ihnen die Kunst der Metallgewinnung und -Bearbeitung in hoher Blüthe stand. Wir dürfen uns aber nicht vorstellen, daß schon in jener fernen Zeit die Versuche, Gold darzustellen, in betrügerischer Absicht, wie dies in einer viel späteren Epoche der Fall war, vorgenommen wurden, vielmehr haben wir uns zu vergegenwärtigen, daß diese Bestrebungen direct mit der damals gepflegten Anschauung über das Wesen der Erze und Metalle im Zusammenhange standen. Da man nämlich nicht im Stande war, die Zusammensetzung der Erze zu ergründen, und die Vorgänge zu erklären, welche sich bei der Abscheidung der Metalle aus den Erzen abspielten, so wurde man, bestärkt durch die allgemeine Aehnlichkeit aller Metalle untereinander, zu der Anschauung gedrängt, daß bei der Gewinnung die Metalle nicht aus den Erzen



Laboratorium eines Alchymisten.

TILDEN FOUNDATI

abgeschieden werden, sondern direct aus diesen entstehen. Von dieser Anschauung war dann nur mehr ein kleiner Schritt zu den Versuchen, Metalle, und unter diesen natürlich in erster Linie das werthvollste, das Gold, darzustellen, und solche Versuche hatten deshalb damals, als mit den allgemein anerkannten Anschauungen im vollsten Einklange stehend, durchaus nichts Unwissenschaftliches oder Betrügerisches an sich. Dazu kam noch, daß so manche mißverstandene Beobachtung bei diesen Versuchen direct die Möglichkeit, Gold zu machen, darzuthun schien, und so mancher Forscher war der Meinung, hatte er ein hellgelbes, goldähnliches Product dargestellt, Gold erhalten zu haben, es fehlten ihm ja nicht nur die Kenntnisse, sondern auch die Mittel, um sich von dem Unterschiede der Metalle zu überzeugen.

Die unwissenschaftliche und vielfach auch schwindelhafte Richtung kam erst durch die Anschauung in die Alchymie, daß es einen Stoff gebe, der im Stande sei, alle Körper, besonders aber Metalle, in Gold zu verwandeln. Diesen wunderthätigen Stoff bezeichneten die Alchymisten mit den verschiedensten Namen, so als großes Magisterium, rother Löwe, großes Elixir, rothe Tinctur u. s. w., der bekannteste Name ist jedoch jener Ausdruck, der heute noch oft bildlich gebraucht wird: Stein der Weisen. Diesem kam aber nicht nur die Fähigkeit der Metallverwandlung zu, sondern er vermochte auch alle Krankheiten zu heilen, Greise zu verjüngen und das Leben unbegrenzt zu verlängern. Freilich, eine Beschreibung, wie dieser Stein der Weisen darzustellen sei, war stets in solch mystischer Weise abgefaßt, daß nahezu alle wahren Alchymisten ihr Leben mit Experimenten verbrachten, den Stein der Weisen zu finden, und nahezu jeder hatte seine eigene Auffassung jener Stellen alter, meistens arabischer Schriften, welche von der Darstellung des Steines der Weisen handeln. Trotzdem fehlte es aber nicht an Alchymisten, welche sich des Besitzes des »großen Magisteriums« rühmten, und manche beglaubigte Umwandlung eines unedlen Metalles in ein edles ist vorhanden.

So lebte um die Mitte des XVII. Jahrhunderts — wie Kopp erzählt — ein gelehrter Mediciner, Dr. Helvetius, welcher Leibarzt des Prinzen von Oranien war und in hohem Rufe der Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit stand. Er glaubte nicht an die alchymistischen Künste und zeigte sich in mehreren Schriften als ihr bitterer Widersacher. Plötzlich trat er aber im Jahre 1667 als ihr eifrigster Vertheidiger auf, er wurde, wie er selbst erzählt, auf folgende Art überzeugt:

Es besuchte ihn im Jahre 1666 in seiner Wohnung zu Haag ein Fremder, der ein Gespräch über Alchymie und den Stein der Weisen mit ihm anknüpfte. Helvetius sprach seine Zweifel aus; der Fremde suchte ihn zu widerlegen, und um seinen Worten mehr Nachdruck zu geben, zeigte er ihm die fragliche Substanz. Helvetius betrachtete sich die Sache genau; wie er den Stein in Händen hatte, suchte er mit dem Nagel seine Härte zu erproben, und es gelang ihm, insgeheim ein Stückchen davon abzulösen. Er bat den Fremden sehr, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen, dieser lehnte jedoch die Bitte mit dem Versprechen ab, in drei Wochen wiederzukommen und dann dies zu thun. Als der Fremde fort war,

versuchte Helvetius mit der kleinen Menge des Steines, die ihm an dem Nagel hängen geblieben war, einen Versuch zu machen; er warf es auf schmelzendes Blei, aber ohne allen Erfolg.

Nach drei Wochen kam der Fremde wieder, und da gestand ihm Helvetius die Entwendung und die Fruchtlosigkeit des Versuches. Der Fremde meinte, Helvetius habe besser zu stehlen, als Gebrauch davon zu machen gewußt, und schob die Schuld darauf, daß er nicht die Substanz in Wachs gehüllt auf das Metall geworfen habe, um sie vor den Dämpfen des Bleies zu schützen. Nach vielen Bitten gab er dem Arzte ein Stückchen des Steines von der Größe eines Rübsamenkornes; Helvetius meinte, es sei dies zu wenig, um einen Versuch machen zu können, aber der Fremde meinte seinerseits nun, es sei noch zu viel, theilte die Gabe und ließ dem Arzte die Hälfte zurück. Er entfernte sich mit dem Versprechen, des anderen Tages wiederkommen zu wollen, um bei dem Versuche gegenwärtig zu sein.

Er kehrte indeß nicht wieder. Als der Abend kam, konnte Frau Helvetius, welche von ihrem Manne die Sache erfahren hatte, ihre Ungeduld nicht länger bezähmen. Sie drang in ihn, einen Versuch zu machen. In Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes schmolz Helvetius nun sechs Drachmen Blei, warf den Stein in Wachs gehüllt darauf, ließ noch eine Viertelstunde schmelzen und goß dann das Metall aus. Es war das reinste Gold; der Münzwardein zu Haag und mehrere Goldarbeiter prüften es — es verhielt sich nicht anders.

Helvetius machte dann diesen Vorfall in einer besonderen Schrift bekannt, und warb dadurch der Sache der Alchymie manchen Anhänger. Selbst Spinoza, der doch sonst nicht zu den Leichtgläubigen gehört, erkundigte sich genau nach allen Umständen, und sprach brieflich seine Meinung aus, daß auch für ihn diese Transmutation vollkommen überzeugend sei.

Solche Erzählungen verfehlten nicht, die Gläubigen in der Alchymie in ihren Ansichten und Bestrebungen zu bestärken und manchen Zweifler ihr zuzuwenden. Die Besitzer des Steines der Weisen zeigten aber nicht nur in den finsteren Räumen der Laboratorien ihre Kunst, auch an öffentlichen Orten traten sie auf, ließen, wenn an der Möglichkeit der Transmutation gezweifelt wurde, für wenige Kreuzer Blei holen und ein Kohlenbecken sammt Tiegel herbeischaffen und verwandelten dann wirklich Blei in Gold, das sie den erstaunten Zusehern als Pfand ihrer Ehrlichkeit daließen, um dann spurlos zu verschwinden.

Den Alchymisten waren solche Vorfälle Lichtpunkte in der Nacht ihres Strebens. Mit besonderem Vergnügen erzählten sie den Vorfall, welcher dem Professor der Philosophie Martini (gestorben 1621) zu Helmstedt begegnete. Dieser, ein eifriger Gegner der Alchymie, zog in allen seinen Vorlesungen, wo sich Gelegenheit bot, gegen diese los und suchte alle Gründe zu widerlegen, welche die Anhänger der hermetischen Kunst (so genannt nach Hermes Trismegistos, vermuthlich identisch mit dem ägyptischen Priester Hermon, der 100 n. Chr. lebte,

von welchem die älteste, natürlich vollkommen unverständliche Anleitung, Gold
machen, herrührt) für die Richtigkeit der Metallverwandlungen anführten. Aber
hämt mußte er schweigen, als einmal ein fremder Edelmann, der gerade hospi-
e, ihn höflich unterbrach und aus Gründen der Erfahrung zu opponiren sich
ot, eine Kohlenpfanne, einen Tiegel und Blei sich ausbat, das letztere sogleich
Gold verwandelte und es dem erstaunten Professor mit den Worten hinreichte:
ve mihi hunc syllogismum!

Die Frage, ob aber thatsächlich schon jemals Gold gemacht wurde, muß
z aller beglaubigter Zeugnisse verneint werden. In vielen Fällen läßt sich die
uschung, welche ausgeübt wurde, genau constatiren, in anderen wieder kann sie
ziemlicher Gewißheit nachgewiesen werden, und in jenen wenigen seltenen Fällen,
beides heute nicht mehr möglich ist, muß man annehmen, daß alle Vorbe-
ungen höchst geschickt getroffen wurden, so daß wir heute nicht mehr den Weg
immen können, auf welchem das Gold in den Schmelztiegel kam. Wir werden
igens noch auf die Kunstgriffe der Alchymisten zu sprechen kommen. Vorher
len wir jedoch noch einer höchst interessanten Sache gedenken, nämlich der Rolle,
che die Alchymisten an vielen Höfen spielten und wie es ihnen dort erging.

Es ist begreiflich, daß hohe Potentaten schon früher der Alchymie ihre be-
dere Gunst theilhaftig werden ließen, im Allgemeinen hatten aber die Alchy-
ten, wenn sie sich an den Höfen großer Herren aufhielten, eine sehr schwierige
llung. So lange sie den Schein erhalten konnten, es sei ernst um ihre Kunst,
rden sie mit allen Ehren und Auszeichnungen umgeben, und die Geschichte hat
r als einen Fall aufbewahrt, daß Alchymisten von ihren Gebietern nicht nur
hohen Aemtern und Würden, sondern sogar mit Freiherrn- und Grafenkronen
hnt wurden. Wollte es aber dann trotz langer Versuche und sorgfältiger Vor-
itung nicht gelingen, Gold zu machen, verschlangen diese Experimente große
mmen, dann gebrauchten sie wohl die Ausrede, wenn sich ihre Stellung auf
ere Weise nicht mehr länger halten ließ, daß sie mit der Darstellung des
ines der Weisen noch nicht ganz im Reinen wären und sie nur versuchen
lten. Dann jagte man sie mit Schimpf und Schande davon, weil sich ihre
sprechungen nicht erfüllten, um sobald als möglich einen anderen Alchymisten
beizuziehen, in dessen Kunst man größeres Vertrauen setzte. War der Hofalchymist
r weniger ehrlich und »machte« er wirklich Gold, dann erging es ihm, wenn er
t rechtzeitig die Flucht ergriff, in der Regel noch schlimmer: er wurde
ängt oder gefoltert. Das erstere dann, wenn ihm Betrügereien nachgewiesen
rden, um ihn zu strafen und ein abschreckendes Beispiel zu geben, das letztere,
nn die Taschenspielerstückchen so geschickt gemacht wurden, daß die Operation
eine wirkliche Metallverwandlung anerkannt wurde, um in den Besitz ihres
heimnisses zu kommen.

Das Verfahren der meisten Großen gegen die Alchymisten gleicht dem, welches
on am Ende des IX. Jahrhunderts der Kalif Almansur gegen den arabischen

Arzt Rhases eingeschlagen hatte. Der Kalif war ein großer Liebhaber der Alchymie, was den Arzt bewog, eine alchymistische Schrift zu verfassen und jenem zu überreichen, wofür ihm eine ansehnliche Belohnung zu Theil wurde. Als aber die von ihm beschriebenen Processe falsch befunden wurden, mußte er nicht nur die Belohnung zurückgeben, sondern er erhielt an ihrer Stelle auch noch die Bastonade. Die Fürsten beschützten wohl die Alchymie, munterten dazu auf und wurden ungeduldig, wenn die Bestrebungen, Gold zu machen, nicht sofort zu dem ersehnten Ziele führten. Wurden sie dann betrogen, wozu sie in den meisten Fällen den unglücklichen Adepten geradezu zwangen, und wurde der Betrug aufgedeckt, so rächten sie sich nach Kräften. So ließ im Jahre 1575 Herzog Julius von Braunschweig-Lüneburg eine Alchymistin Anna Maria Ziegler, genannt Schlüter's Ilse, in einem eisernen Stuhle verbrennen, weil sie ihm Gold zu machen versprochen hatte, aber des Betruges überwiesen worden war.

Viele Abenteurer durchzogen um jene Zeit als Alchymisten Europa, die meist nur kurze Berühmtheit erlangten, um dann von der Strafe für ihre Betrügereien ereilt zu werden. Dahin gehört ein gewisser Graf Mamugnano, der unter diesem Namen von 1578 an Italien durchstreifte, vor großen Herren Gold machte und seine Recepte für schweres Geld verkaufte, wohlweislich war er aber immer schon wieder auf der Reise, wenn seine Betrügereien entdeckt wurden. Im Jahre 1588 wandte er Italien, wo er schon mehr als ihm lieb war gekannt wurde, den Rücken und zeigte in Deutschland als Graf Bragadino seine Künste; auch in Wien tauchte er auf, machte eine Metallverwandlung und legitimirte sich so als echten Adepten. Minder gut erging es ihm aber in München. Im Jahre 1590 wurde er dort des Betruges und der Beilegung eines falschen Namens überführt und in einem mit Flittergold beklebten Kleide an einem gleichfalls vergoldeten Galgen gehangen. Dies war überhaupt die Strafe, welche an falschen Goldmachern vollstreckt wurde, sie traf auch 1597 einen gewissen Georg Honauer, der innerhalb zweier Jahre den Herzog Friedrich von Württemberg um zwei Tonnen Gold betrogen haben soll. Der Herzog ließ dann den eisernen Galgen, an dem Honauer geendet, als warnendes Beispiel für alle überlebenden Alchymisten stehen, und derselbe wurde in der Folge noch mehrmals benützt.

Solchen Glücksrittern begegnen wir noch Ende des XVII. und selbst noch im XVIII. Jahrhundert; ein solcher war beispielsweise Christian Wilhelm von Krohnemann, welcher von 1677—1686 am Hofe des Markgrafen Georg Wilhelm von Bayreuth den Adepten spielte, Gold machte, und vorzüglich darin excellirte, das Quecksilber härten zu können, wodurch es sich in reines Silber verwandelte. Endlich schlug aber auch sein Stündlein, man durchschaute seine Taschenspielereien, und 1686 wurde er zu Culmbach gehangen mit der Beischrift:

Ich war zwar, wie Mercur wird fix gemacht, bedacht,
Doch hat sich's umgekehrt, und ich bin fix gemacht.

Solche Beispiele von dem Schicksale vieler Alchymisten ließen sich noch in ßer Anzahl anführen, sie gleichen aber so ziemlich alle einander und laufen weder auf den Galgen oder auf Tortur, oder auf jahrelanges Gefängniß mit r ohne Flucht hinaus. Viel interessanter ist es dagegen, wenn wir zusehen, in cher Weise diese Industrieritter ihre Umgebung zu täuschen wußten.

Ein sehr beliebter Kniff bestand beispielsweise darin, daß Tiegel mit doppeltem den, zwischen welchem Gold verborgen war, zur Anwendung gelangten. Im gel schmolz man dann ein unedles Metall, warf irgend eine mysteriöse Sub- nz darauf und rührte fleißig um, wobei man den oberen dünnen Boden ge- ckt durchzustoßen wußte. Schließlich fand sich goldhaltiges Metall im Tiegel, der Adept stand groß da. Häufig wurde der Tiegel auch mit einem Stücke hle bedeckt. Dann war diese ausgehöhlt, die Höhlung war mit Gold gefüllt durch Wachs verklebt. Sehr beliebt war auch der Kniff, das unedle Metall, hdem man den angeblichen Stein der Weisen auf dasselbe geworfen, mit einem lzstabe umzurühren, welcher ausgehöhlt war und Gold barg, andere wieder fuhren in der Weise, daß sie goldhaltige Substanzen, welche angeblich rein ren, verwendeten, oder sie verwendeten ein Amalgam statt Quecksilber u. s. f.

Viel Aufsehen verursachten ferner auch eiserne Nägel, welche zur Hälfte in ld verwandelt waren, gerade soweit, als man sie in eine Tinctur getaucht hatte. ch zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts zeigte man zu Florenz einen solchen gel; er stammte von einem Alchymisten, der ihn im Jahre 1586 vor den Augen Großherzogs von Toscano, Ferdinand von Medicis, zur Hälfte in Gold ver- ndelt hatte. Dieser Nagel mit eisernem Kopfe und goldener Spitze täuschte Viele, zu auch das vom Großherzog ausgestellte Zeugniß, welches gleichzeitig vorge- sen wurde, nicht wenig beitrug. Erst viel später ergab eine genaue Unter- hung, daß die goldene Spitze angelöthet war, und die ganze Verwandlung be- nd darin, die Eisenfarbe, mit welcher das Gold überstrichen war, zu zerstören.

Ein ebenfalls sehr beliebter Tric der Alchymisten war es ferner, silberne inzen auf einer Seite in Gold zu verwandeln. Zu diesem Zwecke wurde ein ldblech mit einem Silberbleche zusammengelöthet und dann die Münze aus- hlagen. Die Goldseite wurde aber mit Quecksilber weiß gefärbt. Um nun die tallverwandlung zu zeigen, wurde die eine Seite der Münze pro forma mit r natürlich geheimgehaltenen Flüssigkeit bestrichen und dann ausgeglüht. Kam n die Münze aus dem Feuer, so hatte sich das Quecksilber verflüchtigt und eine Seite der Münze war ziemlich tief in Gold verwandelt.

In geradezu origineller Weise wurde Cosmus I., Großherzog von Toscana regierte 1537—1569), von einem fahrenden Alchymisten getäuscht, der sich niel von Siebenbürgen nannte und auch als Heilkünstler auftrat. Dieser ßte in der Umgebung von Florenz eine von ihm bereitete Universalmedicin ter dem Namen Usufur so bekannt zu machen, daß sie in jeder Apotheke, von n gekauft, vorräthig gehalten wurde. Dieses Usufur war stark goldhaltig; der

Preis war jedoch nicht sehr hoch, und der Verfertiger konnte diese Speculation um so eher ohne großen Schaden wagen, da er seinen Patienten stets die Arzneien selbst zusammenbraute, wozu er immer auch Usufur holen ließ, dieses behielt er aber für sich. Als das neue Heilmittel ziemlich bekannt war, machte Daniel dem Großherzog den Vorschlag, ihn Gold bereiten zu lehren; der Vorschlag wurde angenommen. Der Alchymist schrieb dem Großherzog die Substanzen vor, mit welchen man die unedlen Metalle behandeln müsse, damit sie zu Gold würden; darunter befand sich auch Usufur. Der Großherzog machte den Versuch, ließ sich mit Vorsicht alles Erforderliche aus der Apotheke holen und erhielt recht gutes Gold. Der Alchymist wurde mit einem Geschenke von 20.000 Ducaten belohnt. Kaum hatte er aber dieses, so brachte er die Goldfüchslein und sich selbst nach Frankreich in Sicherheit, und besaß auch noch den Humor, den Großherzog schriftlich über sein Verfahren aufzuklären.

Und nun noch eine wahre Begebenheit, wie Honauer den Herzog von Württemberg selbst Gold machen ließ: Der Herzog beschickte in des Alchymisten Laboratorium den Tiegel selbst mit den angegebenen Materialien, worauf der Tiegel aufs Feuer gesetzt und längere Zeit sich selbst überlassen bleiben mußte, ohne daß Jemand am Tiegel etwas stören durfte. Während dieser Zeit verließen alle das Laboratorium, der Herzog war schlau genug, das Zimmer abzusperren und den Schlüssel bei sich zu behalten. Aber in einer im Laboratorium stehenden Kiste war ein Knabe verborgen, der nun hervorkam, Gold in den Tiegel warf und sich dann wieder versteckte. Der Herzog fand später thatsächlich Gold in den Tiegel, der Betrug wurde aber ebenfalls entdeckt, und in einer den Sitten jener Zeit entsprechenden Weise geahndet.

Damit wollen wir unsere Betrachtungen über die Alchymie schließen. Es wäre aber weit gefehlt, über Alle, welche sich darin versuchten, Gold zu machen, den Stab zu brechen. Gab es auch eine gewisse Anzahl von Industrierittern und Hochstaplern unter den Alchymisten, die eigentlich nichts Anderes waren, als gewandte Taschenspieler, welche sich die Leichtgläubigkeit ihrer Zeitgenossen zu Nutze machten, so gab es andererseits doch wieder viele Männer, denen es ernst war um diese Sache, die thatsächlich die feste Ueberzeugung hegten, es sei möglich, Gold darzustellen, und die ihr Leben mit Versuchen zubrachten, den Stein der Weisen zu finden. Diesen lag es selbstverständlich auch ferne, die Mitwelt zu täuschen. Ja die Alchymie hat sogar manche wichtige Entdeckung im Gefolge gehabt und sie bildete einen wesentlichen Abschnitt in der Entwickelung der Chemie. Die Alchymisten lehrten eine große Anzahl neuer Körper darzustellen, sie vertieften das chemische Wissen überhaupt und trugen zur Ausbreitung dieses Wissenszweiges bei, wenn ihnen auch oft die nöthigen Kenntnisse mangelten, um gemachte Beobachtungen richtig zu deuten. Auch Brandt in Hamburg, der Entdecker des Phosphors, ist ein Alchymist gewesen, und desgleichen Böttger, der, als Gefangener des Großherzogs von Sachsen, im Bestreben Gold zu machen, die Darstellung

des Porzellans erfand. Wir dürfen daher auch nie vergessen, daß die Alchymie manches Gute und für die gesammte Menschheit Bedeutungsvolle im Gefolge hatte, eines aber müssen wir festhalten: Gold hat noch kein Mensch dargestellt. ....

Wenden wir uns nun der Gewinnung des Goldes selbst zu, und betrachten wir die interessantesten und wichtigsten Fundstätten des gelben Metalles. Wir brauchen nicht weit zu gehen, um auf einen eben so alten als interessanten Goldbergbau zu stoßen. Dieser liegt in den hohen Tauern.

Die hohen Tauern, welche sich zwischen dem Großglockner und dem Ankogel an der Grenze von Kärnten und Salzburg hinziehen, bergen in ihrem Innern große Reichthümer von Edelmetallen; das goldreiche Möllthal, sowie dessen Seitenthäler waren schon in grauer Vorzeit durch die vielen Gold- und Silbergruben bekannt.

Durchwandern wir die Thäler, welche sowohl von Norden als von Süden in die Tauernketten einschneiden, so treffen wir — nach einer Schilderung von K. Spitaler — auf die Ueberreste vieler stattlicher Gebäude, in denen man auf den ersten Blick die Behausungen und Hüttenwerke eines einst blühenden Bergbaubetriebes zu erkennen vermag, an welchen auch noch viele Bezeichnungen von Häusern, Wegen, Bergrücken und Bergschluchten, wie Verweserhaus, Pochwerk, Knappenhaus, Knappensteig, Knappenberg, Goldzeche und ähnliche erinnern. Unter den heutigen Bewohnern dieser Thäler, die in der dürftigsten Weise ihr Leben zu fristen gezwungen sind, leben noch viele Sagen und Erzählungen, welche an bessere Tage erinnern.

Während der 400 Jahre dauernden Herrschaft der Römer in den Tauern fanden bedeutende Goldausbeutungen statt, und die aus norischem Golde geschlagenen römischen Münzen waren ihrer großen Reinheit wegen berühmt und vielfach auch kurzweg »metalla norica« geheißen. Nach verschiedenen Wechselfällen während der großen Völkerzüge und Kämpfe waren diese einst so blühenden Goldvorkommen in Vergessenheit gerathen, bis sie zu Beginn des XV. Jahrhunderts eigentlich wieder neu entdeckt wurden und einen bedeutenden Aufschwung nahmen. Viele Ausländer aus Venedig, Nürnberg und Augsburg, dann Bergleute aus Sachsen und Franken wurden durch den bedeutenden Reichthum dieser Gruben angelockt, und sie brachten nicht nur die erforderlichen Betriebscapitalien, sondern auch bergmännische Kenntnisse in das Land, wodurch sich eine rege Thätigkeit entwickelte und tausend fleißige Hände in Bewegung gesetzt wurden. In diese Periode, welche vom Beginne des XV. bis zum Ende des XVI. Jahrhunderts währte, fällt die Blüthezeit des Goldbergbaues in den hohen Tauern. Die größte Production fand in den Jahren 1460—1560 statt, in welcher Zeit die jährliche Ausbeute an Gold ungefähr 14.000 Mark betrug.

Durch die Religionsverfolgungen zu Ende des XVI. Jahrhunderts wurde aber dieser so blühende Bergbau jäh vernichtet. Die Gewerken und Knappen, größtentheils Protestanten, wurden durch das auf besonderen Betrieb des Bischofs

Stobäus von Lavant erwirkte Edict vom 14. September 1600 gezwungen, entweder zur katholischen Kirche zurückzukehren, oder mit Hinterlassung des zehnten Pfennigs das Land zu räumen. Die Gewerken, durch ihre Freunde bei Hofe schon frühzeitig von der beabsichtigten Gegenreformation unterrichtet, hatten darauf hin ihre Vorsichtsmaßregeln getroffen, alle Hoffnungsbauten eingestellt, die vorhandenen, aufgeschlossenen Erzlagerstätten mit Raubbau ausgebeutet und die Edelmetalle nur zum geringsten Theile mehr an die landesfürstliche Einlösung geschickt, die dort nicht mit dem Vollwerthe der Metalle geschah, den größten Theil derselben aber ins Ausland als künftigen Zehrpfennig in Sicherheit gebracht.



Der Markt Rauris. Zu Seite 489.

Die Bergleute zogen meist nach Oberungarn, und das Zuströmen so vieler tüchtiger Kräfte bewirkte den bedeutenden Aufschwung der dortigen Bergstädte.

Bis in die Mitte des XVII. Jahrhunderts lagen diese Gold- und Silber-Bergbaue in den hohen Tauern ganz danieder, und konnten sich bis auf den heutigen Tag auch nur annähernd nicht mehr auf jene Höhe erheben, die sie dereinst eingenommen hatten. In der Mitte des XVII. Jahrhunderts entwickelten zwar einige Unternehmer eine regere Thätigkeit, sie hielten sich auch durch mehrere Jahre und machten mitunter ganz gute Erträgnisse, allein zumeist wurde Raubbau betrieben und wenig auf Hoffnungsbaue verwendet. So kam es denn, daß der Bergbau bald abermals erlag.

Im Jahre 1765 nahm das Aerar selbst einige Baue in Betrieb, aber da nur geringe Betriebscapitalien verwendet wurden, und in Folge schlechter, mi-

r sogar absichtlich irriger Bauführung — da es den Beamten in dieser un-
ẏlichen Gegend nicht gefiel, und sie auf jede mögliche Art loszukommen suchten
onnte das Aerar keine besonderen Erfolge erzielen. Im Jahre 1794 wurde
alb der Betrieb abermals eingestellt.

Auch in unserem Jahrhunderte wurden einige spärliche Versuche von Pri-
n gemacht, die jedoch alle theils wegen unrichtiger Führung, da der Betrieb
nicht die gewöhnlichsten Kenntnisse eines richtigen Grubenbaues und einer
kmäßigen Grubenökonomie zeigte, theils wegen Mangel an Betriebscapitalien
befriedigenden Resultate ergaben. Vor nicht gar zu langer Zeit nahm Baron
y de Madiis die Arbeiten wieder energischer auf; allein auch hier mangelte



Kolm-Saigurn. Zu Seite 490.

n richtigem, zweckmäßigem Betriebe, und die mißlichen Geld- und Geschäfts-
ältnisse in den Siebzigerjahren versagten dem Unternehmen jeden Fortschritt
Aufschwung.

Bald darauf blühte jedoch der Bergwerksbetrieb auf der Nordseite in der
ebung von Rauris neuerdings empor. Ignaz Rojacher, dessen Name
die mit vielen und großen Opfern errichtete meteorologische Beobachtungs-
n am Sonnblick in einer Meereshöhe von 3095 Meter weit über Oesterreichs
e bekannt ist, hatte die Rauriser Gruben erworben und betrieb dort den Gold-
au in äußerst rationeller Weise. Er verband die Gruben und Arbeitshütten
Telephonleitungen untereinander, ein großartig angelegter Aufzug, mit
em die Erze von den hoch im Gebirge gelegenen Gruben zur Aufbereitungs-
, wo elektrisches Licht die Arbeitsräume erhellt, gefördert werden, überbrückt
steilen Abgrund, der die höher gelegenen Gruben äußerst schwierig und nur
vielen Umwegen zugänglich macht. Für die Unterkunft der Bergleute wurde

durch Errichtung eines stattlichen Knappenhauses Sorge getragen, so daß sie nicht erst nach der mühevollen Arbeit bei Sturm und Schnee mit Lebensgefahr unter Lawinen begraben zu werden, zu ihren Häusern nach Kolm-Seigurn und Rauris herabzusteigen brauchten. . . .

In der ungeheueren subarktischen Wildniß Transbaikaliens, fast 5000 Meilen von St. Petersburg und mehr als 1000 Meilen von der Küste des stillen Oceans entfernt, liegt in einem öden, einsamen Thale zwischen zwei seitlichen Ausläufern des Jablonoigebirges eine kleine Reihe von Blockhäusern für Gefangene, Anlagen zur Goldgewinnung und Verbrecheransiedelungen, die in Rußland als die Mine von Kara bekannt sind. Liest man in der Zeitung einen Bericht aus Petersburg,



Das Maschinenhaus der Erzförderbahn auf dem Goldberg. Zu Seite 489.

daß die und die Nihilisten verhört, angeklagt und zum Tode verurtheilt worden sind, daß aber der Zar geruht hat, das Urtheil in Strafarbeit in den Minen zu verwandeln, so sind damit die Minen von Kara gemeint.

Lange Zeit waren diese Minen nur dem Namen nach bekannt, erst die Reise von George Kennan nach Sibirien, um das Los der dorthin Verbannten aus eigener Anschauung kennen zu lernen, brachte auch über diese Stätte des Elendes und des Jammers weitere Aufklärung. Wir folgen in nachstehender Schilderung den Berichten des genannten Autors.

Die Minen von Kara, die Privateigenthum des Zaren sind und zu seinem Nutzen ausgebeutet werden, bestehen in einer Reihe zu Tage liegender Goldlager, die in unregelmäßigen Zwischenräumen längs eines kleinen reißenden Wassers, des Karaflusses, liegen, der auf der Wasserscheide des Jablonoigebirges entspringt, 40 bis 50 Meilen in südöstlicher Richtung fließt und sich schließlich zwischen Stretinsk und der Argunmündung in die Schilka ergießt. Der Name Kara, von einem

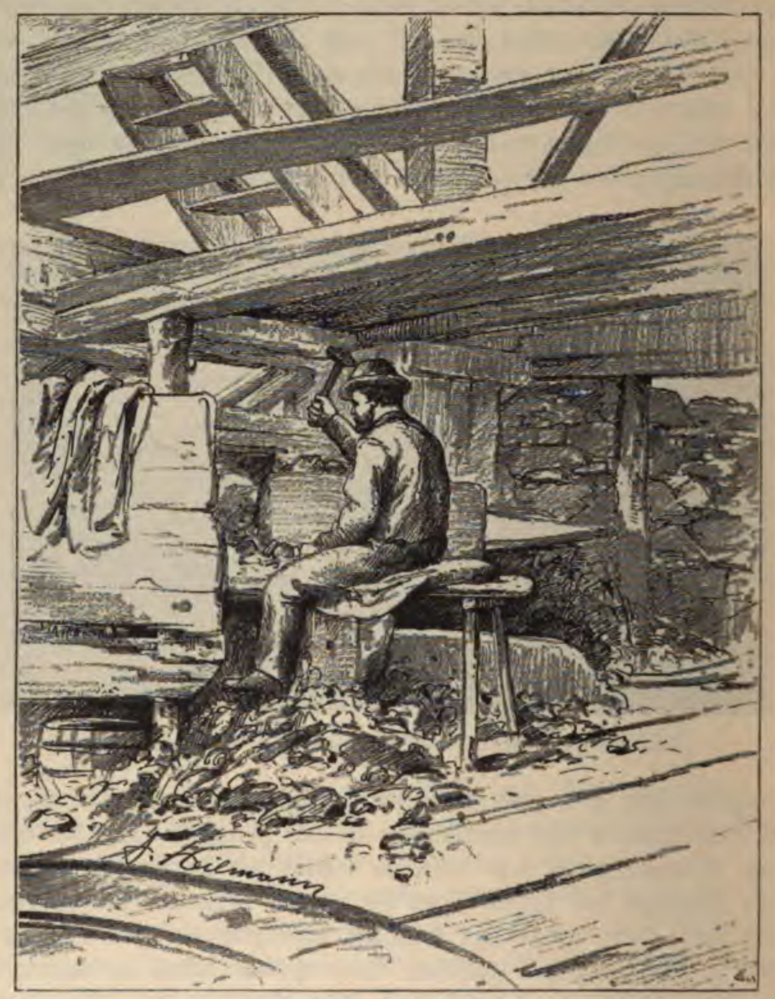
rischen Adjectiv, das schwarz bedeutet, abgeleitet, wurde ursprünglich nur zur
eichnung dieses Flusses gebraucht; jetzt wird er im weiteren Sinne auf die
ze Reihe von Gefängnissen, Minen und Verbrecherniederlassungen, welche im
athale zerstreut liegen, angewendet. Die Verwaltung der ganzen Strafcolonie
ihren Mittelpunkt in den unteren Gruben, wo der Director der Gefängnisse
gemeine Verbrecher wohnt und sich auch Verbrecheransiedelungen von 200
300 Personen und eine oder zwei Compagnien Soldaten in Baracken befinden.
Die unteren Gruben bilden ein großes aber weitläufig gebautes sibirisches
rf mit niedrigen, weißgetünchten Hütten, langen Holzbaracken ohne Anstrich,
mtenwohnungen, die mit verzinntem Eisenblech gedeckt und von eingezäunten



Das Knappenhaus auf dem Goldberg mit dem Sonnblick. Zu Seite 490.

en umgeben sind, und einem schwarzen, düsteren und verwitterten Gefängnisse,
aus Baumstämmen nach ostsibirischem Muster gefügt ist. Die der Regierung
renden Gebäude geben dem mittleren Theile des Dorfes ein regelmäßiges,
nehmes Aussehen, das seltsam gegen die planlos gebauten, verfallenen Hütten
Sträflinge absticht, welche ihre Strafzeit zum größten Theile verbüßt haben
dann gewisse Freiheiten genießen. Diese Hütten stehen im bunten Durch-
nder außerhalb der Colonie oder am Wege nach Ust-Kara. An einer Seite
s freien Platzes, um den herum das Gefängniß und die Baracken liegen,
iteten, als Kennan die Gruben besuchte, 40—50 Sträflinge in langen grauen,
dem Rücken gelb carrirten Ueberwürfen an einem neuen Holzgebäude. Sie
en von einer Kette Kosaken in Schubas aus Schaffell, Filzstiefeln und muff-
lichen Pelzmützen umstellt, die, unbeweglich auf ihre Berdangewehre gestützt,
ihrem Posten standen und die Gefangenen bewachten. In geringer Entfernung
nte ein offenes Feuer, über welchen der unvermeidliche Theekessel hing und

um welches ein Dutzend Kosaken herumstanden oder herumhockten, deren nach
lässige Haltung und zusammengesetzte Gewehre sie als augenblicklich dienstfrei e
kennen ließ. Das schwache Tageslicht des kalten trüben Herbstnachmittages, d
öde, beschneite Platz, der graue Haufen Sträflinge, die schweigend arbeiteten, a

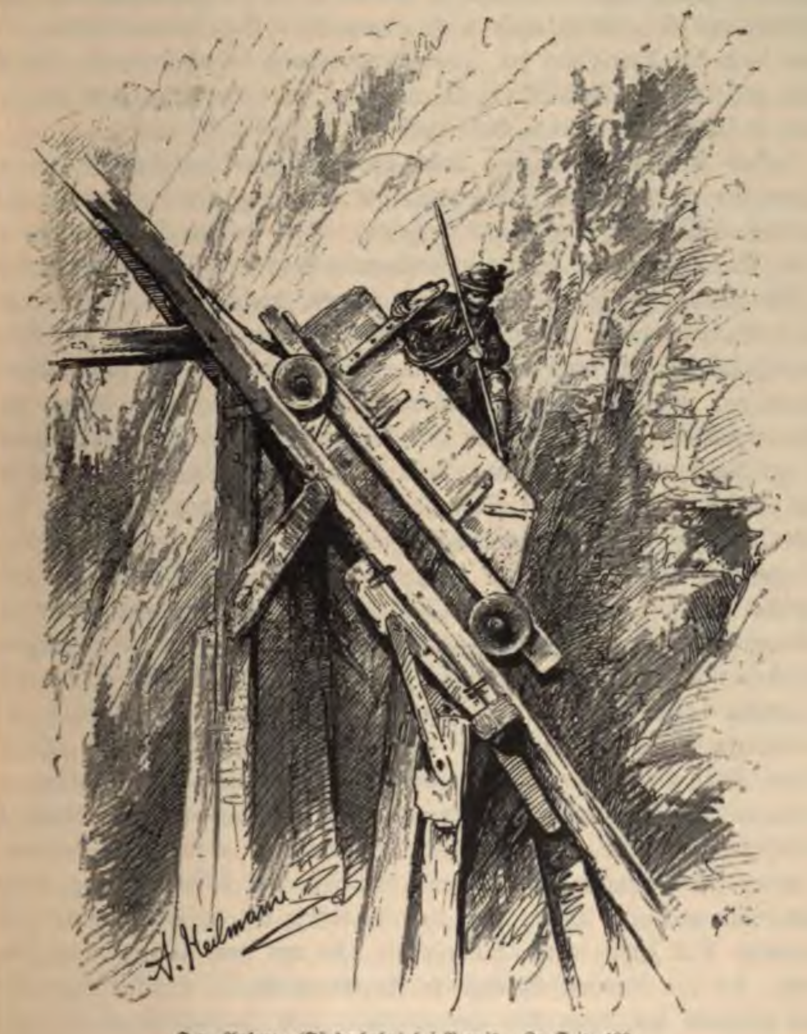


Erzklopfer. Zu Seite 490.

ob sie hoffnungslos oder ermattet wären, und der Cordon der Kosaken, die sich auf ihre Gewehre stützten, auf die sie das Bajonnet aufgepflanzt hatten — dies alles vereinigte sich zu einem Bilde von ungemein deprimirendem Eindrucke. Und doch war es nur der erste Einblick in das Leben der Sträflinge in den Minen.

Die Strafzeit eines russischen Gefangenen in den Minen zu Kara zerfällt in zwei Abschnitte oder Grade. Während des ersten dieser beiden Abschnitte ist er

ell auf Probe da und wird im Gefängnisse unter strenger Aufsicht ge-
n. Wenn die Gefängnißverwaltung mit seiner Aufführung zufrieden ist, wird
am Ende seiner Probezeit seine Haft erleichtert und er in die Liste jener auf-
mmen, die bedingt entlassen sind. Er ist immer noch Sträfling und muß



Der »Aufzug« (Förderbahn) bei Rauris. Zu Seite 489.

ngsarbeit thun, er erhält täglich vom Gefängnisse seine Ration und darf
Erlaubniß die Grenzen der Strafcolonie nicht überschreiten; aber man ge-
et ihm mit anderen sich bessernden Sträflingen in Verbrecherbaracken zusammen-
ohnen, oder mit seiner Familie besonders ein eigenes Haus zu beziehen. In
r freien Zeit kann er, wenn er die Lust dazu in sich fühlt, für sich selbst

arbeiten, und somit genießt er ein gewisses Maß Freiheit. Nach Ablauf dieses zweiten Abschnittes, der sogenannten »Besserungszeit«, schickt man ihn für den Rest seines Lebens als Zwangscolonisten nach irgend einem Theile Ostsibiriens.

Wie erwähnt, sind die zur Zwangsarbeit in den Minen verurtheilten Verbrecher in Gefängnissen untergebracht. Unter diesen Gefängnissen darf man sich aber durchaus kein Arrestlocale nach europäischen Begriffen vorstellen, vielmehr spotten diese mit Bezug auf die Zusammenpferchung der Gefangenen, der Unreinlichkeit, der schlechten Ventilation, überhaupt in jeder Beziehung der Beschreibung. Kennan schildert ein solches Gefängniß mit folgenden Worten:

»Das Ust-Kara-Gefängniß liegt auf niedrigem sumpfigen Boden an den Grenzen der gleichnamigen Strafcolonie in der Nähe des Zusammenflusses von Kara und Schilka. Es wurde vor ungefähr einem halben Jahrhunderte erbaut, als die Regierung zuerst die Kara-Goldgruben von den Sträflingen aufschließen ließ. Von Süden gesehen gleicht es einer langen, niedrigen Wagenremise aus behauenen Baumstämmen, die jetzt schwarz und verwittert sind und vor Alter zerfallen. Zusammen mit dem eingeschlossenen Hofe bildet es ein fast vollkommenes Quadrat von ungefähr 100 Fuß Seitenlänge, von dem zwei Seiten durch die Gefängnißgebäude und zwei Seiten von einer ungefähr 25 Fuß hohen Palissadenreihe gebildet werden, welche aus dicht nebeneinander eingesetzten Baumstämmen besteht. Da sie oben zugespitzt sind, gleichen sie riesenhaften Bleistiften. Als wir uns der Hofthüre näherten, präsentirte ein Kosak, der in dem offenen Schilderhause daneben stand, vor dem Major (dem Begleiter Kennan's) und rief: »Starsche«, womit gewöhnlich der wachehabende Officier herausgerufen wird. Ein Kosakencorporal mit einem Schlüsselbunde in der Hand eilte dem Eingange zu, schloß das übermäßig große Vorhängeschloß auf, das vor der kleinen Thür in dem großen hölzernen Thore lag und ließ uns in den Gefängnißhof ein. Als wir eintraten, liefen drei oder vier Gefangene mit halbgeschorenen Köpfen eilig über den Hof, um bei der Besichtigung auf ihrem Platze in den Zellen zu sein. Wir stiegen zwei oder drei Stufen hinauf, die mit einer unbeschreiblichen Kruste von Schmutz und Eis anderthalb Zoll hoch überzogen waren, und betraten durch eine schwere Bohlenthüre einen langen, niederen, sehr düsteren Gang, dessen zerbrochene und verfaulte Dielen naß und schlüpfrig waren. In demselben herrschte eine warme und dabei feuchte Atmosphäre, die mit dem starken, eigenthümlichen Geruche, der für sibirische Gefängnisse charakteristisch ist, gesättigt war. Wer ihn einmal gerochen hat, kann ihn nie vergessen, und trotzdem ist er so verschieden von jedem anderen schlechten Geruche in der Welt, daß ich kaum weiß, womit ich ihn vergleichen soll. Wenn man sich Kellerluft denkt, von der jedes Atom schon ein halb dutzendmal durch menschliche Lungen hindurchgegangen und mit Kohlensäure durchzogen ist, wenn man sich denkt, daß diese Luft durch faulige, beißende, leicht ammoniakalische Ausdünstungen seit langer Zeit ungewaschener menschlicher Körper noch mehr verdorben wird, wenn man sich dann noch eine kleine Probe

des Geruches von feuchtem, moderigem Holze und etwas mehr als eine kleine Probe vom Geruche menschlicher Auswurfsstoffe hinzudenkt, so hat man doch noch keine richtige Vorstellung davon. Als wir den Corridor betraten, auf dem schmutzig-feuchten Fußboden hinglitten und zum erstenmale diese Luft einathmeten, wandte sich Major Potulof zu mir und sagte mit einem Gesichte, dem man Ekel und Widerwillen ansah: Otvratitelni tiurma — Es ist ein abstoßendes Gefängniß!«

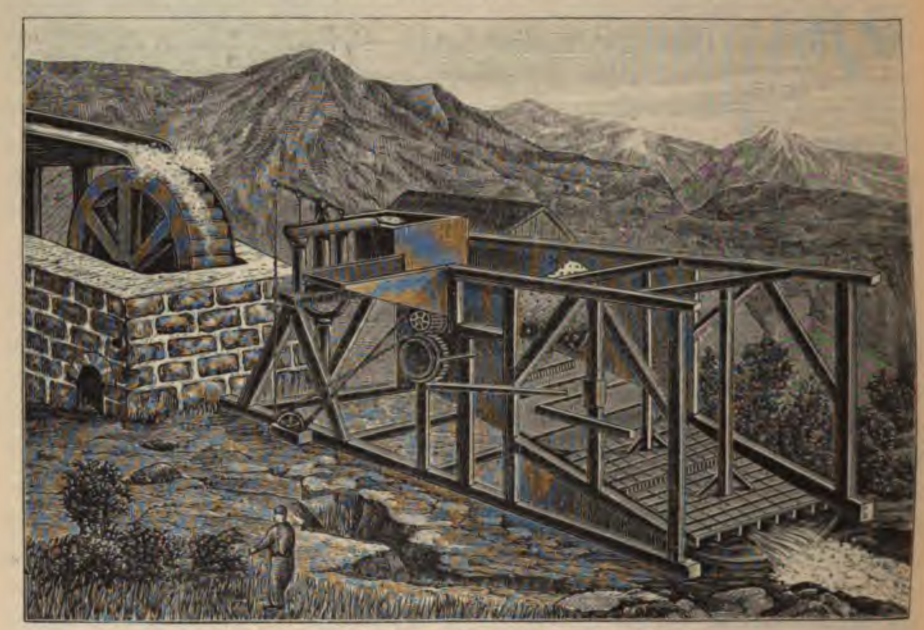
»Der Kosakencorporal, der vor uns herging, riß die schwere Holzthür der ersten Zelle auf und rief: Smirno! — Seid ruhig! Mit diesem Rufe benachrichtigt die Wache gewöhnlich die Gefangenen, wenn ein Beamter in die Zelle kommen will. Wir überschritten die Schwelle und gelangten in einen Raum, der ungefähr 24 Fuß lang, 22 Fuß tief und 28 Fuß hoch war und von 29 Gefangenen bewohnt wurde. Die Luft darin war noch viel schlechter als die auf dem Corridor, so daß mir schlimm davon wurde. Das Gelaß erhielt sein Licht durch quadratische, stark vergitterte Fenster mit Schiebern, die sich aber nicht heben noch aufmachen ließen, und nicht die geringste Ventilationsvorrichtung war vorhanden. Selbst der Kachelofen, durch den die Zelle geheizt war, erhielt frische Luft vom Corridor aus. Die Wände der Zelle bestanden aus viereckigen Balken und waren früher weiß getüncht gewesen, im Laufe der Zeit waren sie aber schwarz und schmierig geworden und mit hunderten dunkelrothen Flecken bedeckt, an den Stellen, an welchen die Sträflinge Wanzen zerdrückt hatten. Der Fußboden war mit schweren Bohlen belegt, und obgleich erst kurz vorher ausgefegt war, zeigte er doch eine trockene, festgetretene Schmutzschicht. An drei Seiten der Wände waren niedrige, nach innen geneigte hölzerne Pritschen in einer Breite von 6 Fuß angebracht, auf welchen die Sträflinge, einer dicht neben dem anderen, mit dem Kopf nach der Wand zu, schliefen. Sie hatten weder Kopfkissen noch wollene Decken und mußten sich des Nachts hinlegen, ohne sich auszuziehen und ohne eine andere Decke als ihren groben grauen Ueberrock. Die Zelle hatte nicht das geringste Hausgeräth, ausgenommen diese Pritschen zum Schlafen, den Kachelofen und eine hölzerne Tonne. Wenn die Thüre des Nachts geschlossen war, so konnte jeder der 29 Gefangenen so viel Luft in 8—10 Stunden verbrauchen, als in einer Kiste von je fünf Fuß Breite, Höhe und Länge enthalten ist. Ich konnte keinen Weg entdecken, auf welchem auch nur ein einziger Cubikfuß frische Luft hätte in die Zelle eindringen können, nachdem die Thüre abgeschlossen war. . . .«

Daß unter solchen geradezu haarsträubenden Verhältnissen die Zahl der Erkrankungen unter den Sträflingen eine sehr große ist, daß Scorbut, sowie typhöse Fieber niemals aussetzen, ist begreiflich, ebenso, daß viele der Gefangenen ihr bemitleidenswerthes Dasein im Gefängnißlazarethe enden — und trotzdem nur glücklich zu preisen sind.

Der goldhaltige Sand liegt im Thale der Kara unter einer Schicht von Lehm, Kies oder Geröll, deren Stärke zwischen 10 und 20 Fuß schwankt. Das

Auflockern und Wegschaffen dieser darüber lagernden Schicht und das Wegtragen des goldhaltigen Sandes nach der Maschine bildet die schwere Arbeit der Sträflinge. Hier wird dieser Sand in einem großen, trichterartigen Gefäße hin- und hergeschüttelt, dann läßt man ihn mit dem Wasser in eine Reihe flacher, schiefstehender Tröge laufen, wo der schwarze Sand und die Goldblättchen zu Boden sinken und durch niedrige Querleisten zurückgehalten werden.

»In der ersten Goldgrube, die wir besichtigten,« sagt Kennan, »arbeiteten 30—40 Sträflinge, von einem Cordon Kosaken umgeben, in einer Art tiefer Kies-



Gold- und Platinwaschmaschine in Sibirien. Zu Seite 496.

grube, deren Boden früher augenscheinlich das Bett des Flusses gebildet hatte. Einige von ihnen lockerten mit spitzen Brechstangen den festen Lehm und Kies, einige schaufelten ihn auf kleine Tragen, während andere ihn forttrugen und in einer Entfernung von 150—200 Yards ausschütteten. Die Sträflinge, von denen die meisten Fußschellen trugen, arbeiteten langsam und verdrossen, als ob sie müde wären und die Nacht herbeiwünschten; die Ruhe wurde nur unterbrochen durch das beständige Klirren der Brechstangen, ab und zu durch einen in kurzem scharfen Tone gegebenen Befehle eines Aufsehers oder das Klirren der Ketten, wenn die Sträflinge paarweise mit den Tragen hin und wieder gingen. Es wurde wenig oder gar nichts gesprochen, ausgenommen einige Yards abseits an einem Lagerfeuer, wo ein halbes Dutzend Soldaten auf dem beschneiten Erdboden hockte und einen widerspenstigen Theekessel bewachten, wobei sie versuchten, ihre erstarrten Hände über den Flammen zu erwärmen.«

Die Arbeitszeit in den Karaminen dauert im Winter von 7 Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends und im Sommer von 5 Uhr Morgens bis 7 Uhr Abends. Einen ansehnlichen Theil dieser Zeit verbringen die Sträflinge mit dem Marsche von ihren Gefängnissen nach den »Razreis« oder Einschnitt. Der Goldertrag aus den Minen beläuft sich jährlich auf 11 Pud oder ungefähr 400 Pfund und fließt ganz in die Privatcasse des Zaren. Die wirkliche Ausbeute in den Minen ist wahrscheinlich noch etwas größer, da viele aus der Haft entlassene Sträflinge heimlich für sich selbst Gold waschen und es an Händler verkaufen, die es dann über die chinesische Grenze schmuggeln. »Goldenen Weizen«, wie die Sträflinge das Gold nennen, zu besitzen, ist in Sibirien ein schweres Verbrechen; aber der Schleichhandel, der damit getrieben wird, bringt so viel ein, daß viele kleine Speculanten die Gefahr nicht scheuen und es den Sträflingen abkaufen; diese meinen, daß das Gold Gott gehöre und daß sie vollkommen berechtigt sind, es für sich herauszugraben, wenn sie es ohne Furcht vor Entdeckung oder Strafe thun können.

Schlimmer als Hausthiere haben es diese Sträflinge in den sibirischen Minen, sie sind Gefangene, gewöhnlich unschuldig, oder doch nur wegen eines geringen Vergehens hierher geschickt und ihnen kann die Arbeit nimmer das sein, was sie dem freien Manne ist: eine befriedigende Bethätigung seiner Kräfte. Trostlos folgt ein Tag dem andern, vergeht Jahr um Jahr. Ihnen ist die Arbeit eine Qual, und Viele mögen täglich und stündlich den großen Erlöser herbeisehnen, den Tod. Unter solchen Verhältnissen dürfen wir uns auch nicht wundern, daß alljährlich im Frühjahre, sobald der Kuckuck im Walde seine Stimme erschallen läßt, ein Theil der Sträflinge die Flucht ergreift. Sie folgen dem Rufe des »Generales Kukuschka« heißt es dann, und sie ziehen das Herumstreifen in der Wildniß, aus der es für sie kein Entkommen giebt, in der sie die größten Entbehrungen erdulden müssen und ein Dasein führen, gleich einem gehetzten Wilde, der Gefangenschaft, der Sclaverei vor. All die Leiden, die ihrer warten, sind ihnen bekannt — erschallt aber der Ruf des Kuckucks, dann erfüllt sich ihr Herz mit Sehnsucht nach der goldenen Freiheit, sie brechen ihre Ketten und erdulden lieber alle erdenklichen Leiden und Beschwerden, als das Leben länger zu ertragen. Einem Hohne gleicht die Inschrift in den Zellen der Gefangenen: »Kommt her zu mir alle, die ihr mühselig und beladen seid, ich will euch erquicken«....

Verlassen wir diese traurigen Bilder, und wenden wir uns dem Leben und Treiben der **Goldgräber** im Lande der Freiheit, in **Amerika**, zu, welches Bret Harte so meisterlich geschildert.

Die Entdeckung der reichen Goldlager Californiens erfolgte im Jahre 1847 durch einen schweizerischen Auswanderer, Capitän Sutter, als er auf seiner Besitzung am Ufer des Sacramento eine Sägemühle anlegen wollte. Man fand einzelne glänzende Theilchen im Sande des Mühlengerinnes, welche sich bei näherer Prüfung als Gold erwiesen, und bei Anstellung eingehender Nachforschungen ergab

sich dann, daß das edle Metall sehr allgemein verbreitet im Sande des Flusses vorkomme.

Diese Entdeckung wurde bald den Arbeitern bekannt, sie trugen die Nachricht nach San Francisco und in kurzer Zeit waren die gesammten Einwohner des Städtchens, sowie die zerstreuten Ansiedler aus der Umgebung an den Ufern des Sacramento versammelt und mit Goldwaschen beschäftigt. Der alte Sutter aber wurde vertrieben, seines Eigenthumes beraubt und starb im Elende.

Die Ausbeute überstieg die kühnsten Erwartungen, neue und wenn möglich noch reichere Gruben wurden rasch nacheinander entdeckt und das Gold war fast mit den Händen zu greifen: es fand sich nicht nur im Sand des Sacramento, sondern auch in jenem der meisten Nebenflüsse desselben, im Schlamm des Flusses, in den Betten ausgetrockneter Bäche, an den Abhängen der Hügel — kurz überall.

Wie der ins ruhige Wasser geworfene Stein immer größere und größere Kreise zieht, so gelangte die Nachricht von diesen Funden immer weiter und weiter. Anfänglich mit Mißtrauen aufgenommen, wurde sie doch bald durch neue Berichte, durch Leute, die an den Ufern des Sacramento sich innerhalb weniger Tage Vermögen gesammelt, erhärtet, und nun ergriff das Goldfieber alle Kreise, Jung und Alt.

Während früher das Territorium am Sacramento nur wenigen Indianerstämmen als Aufenthalt gedient hatte, war dieser Fleck der Erde schon nach wenigen Monaten von Amerikanern und Europäern bewohnt, die alle die Sucht reich zu werden, der fabelhafte Goldreichthum der Gegend anlockte. Goldgräber und Bergleute verbreiteten sich über das ganze Land, kein Flußlauf, kein Bachbett blieb ununtersucht, und wo früher wüste Flecken waren, entstanden beinahe über Nacht Städte mit Theatern, Kaufläden, Schnapsbuden und — Spielhöllen. Am meisten profitirte von diesem Zuströmen einer großen Menschenmenge aber San Francisco. Vor der Entdeckung der Goldfelder war es nicht viel mehr als ein kleines Dorf, nun verwandelte es sich in einen reichen, wichtigen Ort, voll regen Lebens und Betriebsamkeit.

Täglich kamen neue Schaaren von Goldgräbern angerückt, täglich verbreiteten sich neue Gerüchte von kolossalen Goldklumpen, die gefunden wurden und den glücklichen Finder plötzlich zum reichen Manne machten.

Es kamen aber nicht blos Leute in die Gegend, die auch daheim ihren Erwerb gefunden hatten, vielmehr wurde so manche catilinarische Existenz der alten wie der neuen Welt, die nichts zu verlieren, nur zu gewinnen hatte, magisch angelockt, im Goldlande das Glück zu versuchen. Alles mögliche lichtscheue Gesindel strömte herbei, Schwindler und Betrüger, und Leute, denen ein Menschenleben mehr oder weniger gleichviel galt.

Das Zusammenströmen so vieler Menschen auf einen verhältnißmäßig beschränkten Fleck Erde, das gleiche gierige Hasten und Streben Aller, förderte



Goldwäsche in Californien.

IE NEW Y
BLIC LI
ASTOR, LEN
TILDEN FOUN

manch ekelhaften Auswuchs des Goldhungers zu Tage. Gier, Neid und Haß, Trunksucht und Spielwuth, waghalsige Speculation und Mißachtung der Arbeit, dies waren die Werke der Dämonen, die mit dem Golde dem Boden entstiegen, in welchem sie so lange geschlummert. Und die Sache wurde noch ärger, als der Anfangs schier für unerschöpflich gehaltene Goldreichthum zu versiegen begann. In der That traf hier genau das zu, was E. Sueß in seinem Buche »Die Zukunft des Goldes« jedem Goldlande prophezeiht: Zuerst findet sich loses Gold, oft in großen Klumpen, dann werden reiche Lager entdeckt; doch bald ist der Höhepunkt erreicht, der Ertrag sinkt, und man sucht die Gänge auf, in denen mit wechselndem Erfolge gearbeitet wird, bis man auch diese verläßt. Dies ist der Grund, warum die großen Productionsorte stets an den äußersten Grenzen der Cultur liegen. Geographische Entdeckung und Goldproduction gehen Hand in Hand, und man kann wohl behaupten, daß im Laufe der Jahrtausende mehr als die Hälfte alles auf der Erdoberfläche verbreiteten Goldes durch die Hände der Menschen gegangen ist.

Die Gewinnung des goldführenden Landes erfolgte dort, wo nicht das Gold direct durch Verwaschen des Sandes gewonnen werden konnte, auf hydraulischem Wege, indem von höheren Gehängen mittelst besonderer Leitungen Wasser herbeigeführt und der unter hohem Drucke austretende Wasserstrahl auf die zu lockernde Schuttwand einwirken gelassen wurde. Die Wirkung dieser Wasserstrahlen ist eine ganz ungeheuere. Ganze Berge wurden mittelst dieser Methode binnen kurzer Zeit durchwühlt und weggeschwemmt und langgestreckte Thäler mit den vom Golde befreiten Kiesen ausgefüllt. Daß diesem Verfahren auch manches blühende Stück Culturland zum Opfer fiel, ist begreiflich, und es entstanden ausgedehnte Wüsteneien dort, wo die Goldgräber gehaust. Trotzdem wurde das Goldfieber für das Land selbst zu einem wahren Segen, denn Handel und Verkehr nahmen einen ungeahnten Aufschwung, und Californien, das im Jahre 1848 nur von ungefähr 15.000 Menschen bewohnt war, die ausschließlich Viehzucht betrieben, zählte schon 2 Jahre später 100.000 Einwohner, und Ende 1877 war die Einwohnerzahl schon auf fast eine Million gestiegen.

Als der Goldreichthum der Goldseifen Californiens nahezu erschöpft war, wandte man sich den ursprünglichen Lagerstätten zu und suchte die goldführenden Quarzgänge der Sierra auf. Doch erwies sich dort der Goldbergbau nur in seltenen Fällen lohnend, und zu einer eigentlichen Entfaltung bergmännischer Thätigkeit kam es daher, mit wenigen Ausnahmsfällen, nicht.

Einen solchen bildet der berühmte Comstockgang in der Virginiakette am östlichen Abhange der Sierra Nevada, der in einer Länge von ungefähr 22.000 Fuß in nordsüdlicher Richtung verläuft und an einzelnen Stellen eine Mächtigkeit von mehreren hundert Fuß erreicht. Die Füllung dieses Ganges besteht hauptsächlich aus einem körnig-lockeren metallführenden Quarze und tauben, von den Seitenwänden abgelösten Gesteinsmassen. Gold und Silber ist namentlich

in bestimmten Partien, den Bonanzas, angehäuft, welche einen gewaltigen Reichthum an Edelmetallen enthalten. Von demselben können wir uns eine annähernde Vorstellung machen, wenn wir erfahren, daß der Comstockgang etwa drei Siebentel der Gesammtproduction des nordamerikanischen Westens an Gold bestreitet, und daß seine Jahresproduction etwa dreizehnmal so groß ist, als jene von Oesterreich und Ungarn zusammengenommen.

Die Ausbeutung dieses reichen Goldvorkommens geschieht aber unter sehr schwierigen Verhältnissen, denn einerseits herrscht in dieser Mine schon in relativ geringer Tiefe eine geradezu unerträgliche Hitze, andererseits sitzen allerorts heiße Quellen zu, welche die Arbeit ebenfalls sehr erschweren. Zur Ableitung dieser Quellen wurde der große Sutro-Erbstollen angelegt, welcher 19.800 Fuß lang werden und die Schächte in einer Tiefe von 1900 Fuß unterhalb der Erdoberfläche treffen soll.

Das Schicksal dieser Mine ist charakteristisch. Im Jahre 1858 wurden die ersten Erzstücke aus diesem Gange nach Californien gebracht, und bald machte sich eine große Zahl von Abenteurern auf, diese Lagerstätten auszubeuten. Einer derselben, Henry Comstock, erstand einen großen Theil des nach ihm benannten Ganges von dessen früherem Besitzer um — 20 Dollar, verkaufte ihn aber bald wieder um 6000 Dollar, und schon im Jahre 1863 wäre der Werth desselben mit 20 Millionen Dollar nicht aufzuwiegen gewesen. Natürlich kam diese rapide Werthsteigerung auch zu den Ohren Comstock's, und dieser wurde über das Glück, das er so leichtsinnig verscherzt, von Trübsinn und Schwermuth befallen, er machte seinem Leben mit dem Revolver ein Ende, und starb, wie E. Sueß sagt, elend, schmutzig, unbetrauert, unbemerkt und fast ungekannt.

Kaum hatte die allgemeine Aufregung, welche durch die Entdeckung des Goldreichthums in Californien hervorgerufen war, sich etwas gelegt, als neuerlich das Gerücht mit Windeseile die Welt durchflog, welches von unermeßlichen Goldschätzen im fünften Welttheile, in Australien, zu berichten wußte. Auch dieses Gerücht bewahrheitete sich, und zum zweitenmale erlebte die Welt dasselbe Schauspiel, welches sich wenige Jahre vorher an den Ufern des Sacramento abgespielt.

Daß in Australien Gold zu holen sei, erkannte im Jahre 1841 schon Clarke, seine Angabe, daß die blauen Berge im östlichen Australien sicher goldführend seien, wurde jedoch nicht weiter beachtet. Sir Roderick Murchison bestätigte dann im Jahre 1845 diese Beobachtung und empfahl sogar den arbeitslosen Bergleuten von Cornwall, nach Neu-Süd-Wales auszuwandern und dort in den Trümmern und Geschieben der australischen Cordilleren nach Gold zu graben.

Aber erst im Jahre 1851 erfolgte durch Hargraves die Entdeckung der eigentlichen Goldgruben, diese lagen bei Summer-Hill-Creek in der Nähe von Bathurst, ungefähr 150 englische Meilen westlich von Sidney.

Kaum war der englischen Regierung die Nachricht von dieser Entdeckung zugekommen, als sie auch schon durch Arbeiter, die Hargraves bei seinen

Schürfungen verwendet hatte, allgemein verbreitet wurde. Hunderte von Leuten verließen sofort ihren Beruf und zogen zu den Goldgruben oder Diggins, welcher Name seither in alle Sprachen Eingang fand. Am 8. Mai war die erste Nachricht von dieser Entdeckung unter die Leute gekommen, am 19. waren schon 400 Personen zu Summer-Hill-Creek versammelt, am 29. Mai 1000 und am 5. Juni war ihre Zahl schon auf 1500 angewachsen. Diese Zahlen geben besser als alle Schilderungen einen Begriff von der Macht des Goldfiebers, das alle erfaßte.



Goldminen-Colonie in Australien. Zu Seite 500.

Ein Vortheil blieb es, daß die Regierung vom ersten Augenblicke an von dieser Entdeckung unterrichtet war, und daß sie deshalb ihre Maßnahmen treffen konnte. Sie ordnete die zur Aufrechterhaltung der Ordnung erforderlichen Maßregeln an und verbot auch den Freischurf, allerdings war die Erlaubniß, Gold zu graben, gegen eine monatliche Abgabe von nur 30 Shilling, ungefähr 11 Gulden, zu erhalten. Ferner wurde auch das goldführende Land vermessen, und so nach Kräften allen Ausschreitungen und sonstigen Uebelständen gesteuert.

Nun war aber der Unternehmungsgeist bei den Goldgräbern selbst erwacht, sie suchten und fanden selbst bald neue und reiche Lagerstätten des edlen Metalles. Diese Entdeckungen hatten aber Auswanderungen der Goldsucher von den ersten Minen zu den neu entdeckten im Gefolge, so begaben sich an die 6000 Goldgräber vom Summer-Hill-Creek, welcher »Ophir« genannt war, nach dem Flusse Turon.

Später fand man das Gold noch an verschiedenen anderen Plätzen zu Bathurst und in den benachbarten Grafschaften, dann entdeckte man sein Vorkommen in südlicher Richtung bei St. Vincent und endlich in der ganzen Bergkette von Neu-Süd-Wales, namentlich aber in den südlichen Theilen der Provinz.

Die Entdeckung beschränkte sich aber durchaus nicht auf diesen District. Schon im August 1851 meldete eine Depesche, daß in der Colonie Victoria beträchtliche Goldmassen gefunden wurden, und auch nur 19 Meilen von Melbourne wurden reiche Goldlager gefunden. Als dann die Goldfunde in der Umgebung dieser Stadt sich mehrten, ergriff das Goldfieber die Einwohner Melbournes so sehr, daß sie das Straßenpflaster aufrissen, um unter diesem die Erde nach Gold zu durchwühlen.

Besonders die durch die Goldfunde in der Provinz Victoria hervorgerufene Aufregung nahm ungeahnte Dimensionen an und war größer als zu Sidney. Die sämmtlichen Einwohner zogen nach den Gruben, Melbourne und Geelong waren fast verödet, und selbst die Beamten konnten nur auf ihren Posten erhalten werden, nachdem man ihre Gehalte zuerst um 25 und dann um 50 Procent erhöht hatte. Auch die wohlhabenden Kaufleute und Pächter wurden mit in den Strudel gezogen, theils weil sie die allgemeine Goldsucht theilten, theils weil ihnen, da sie ja auch von ihren Arbeitern verlassen waren, kein anderer Ausweg blieb. Eine Zeit lang war Ballarat der allgemeine Anziehungspunkt; die über den Reichthum dieses Ortes in Umlauf gesetzten Gerüchte sind fast unglaublich — acht Quadratfuß Boden waren dort hinreichend, um sich ein Vermögen zu schaffen. Ein Mann hatte in einer Woche für 1500, ein anderer für 1000 Pfund Sterling Gold gefunden und eine Gesellschaft von drei Goldsuchern in einem Tage 20 Pfund Gold gegraben.

Selbst Ballarat wurde aber — als zu wenig ergiebig — bald wieder aufgegeben, und Alles drängte nun nach einem neuen Goldfelde am Mount Alexander, 90 Meilen nördlich von Melbourne. Von den 6000 Goldgräbern zu Ballarat waren nach kurzer Zeit nur mehr 1600 an diesem Orte, alle anderen hatten sich nach Mount Alexander begeben, und dort soll die Zahl derselben bald 20.000 erreicht haben. Dies war aber auch der Zeitpunkt, an welchem der Golddurst seinen Höhepunkt erreicht hatte. Auch hier unterwühlte die Sucht, rasch reich zu werden, alle Moral, zerriß die natürlichen Grenzen der Gesellschaft, und die ganze Organisation des gesetzlichen Australiens war eine Zeit lang geradezu aufgehoben. Zudem wurden immer noch neue Goldlager erschlossen, und die Production ward so bedeutend, daß in den Seehäfen wöchentlich 40 Centner Gold eintrafen.

Dann trat aber glücklicherweise ein Umschwung ein, und die Goldgewinnung, die ursprünglich nur in einem mehr oder minder planlosen Suchen Einzelner bestand, wich einem ruhigen, regelmäßigen Betriebe. Wohl fand man keine Gruben mit so fabelhafter Ergiebigkeit mehr, wie Ballarat und Mount Alexander, aber andere, bei rationellem Abbau ebenfalls sehr ergiebige Felder wurden erschlossen.

und ein Blick auf die Karte der Golddistricte zeigt, daß das edle Metall in größerer oder geringerer Menge über die ganze Bergkette verbreitet ist, welche sich durch New-South-Wales und Victoria erstreckt.

Hier wie auch in Californien trat dann bald ein Stadium des ruhigen und planmäßigen Schaffens ein. Das Arbeitsfeld dehnte sich immer mehr aus, die Zahl der abenteuernden Goldsucher hatte sich aber wesentlich verringert. Man ging nun daran, die zur Goldgewinnung dienenden Vorrichtungen und Verfahren zu verbessern, es entstanden Gesellschaften, deren Ziel die Goldgewinnung war. In dem Maße, als die leicht zu erreichenden Lager ausgebeutet wurden, sank allerdings zunächst die Goldproduction, doch hat sich diese in neuerer Zeit wieder bedeutend gehoben. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß man verbesserte Werkzeuge zur Erschließung der goldführenden Schichten anwendete, besonders die Anwendung des Diamantbohrers ermöglichte die Ausbeutung reicher Goldseifen, welche sich in größerer Tiefe fanden.

Die Golderze Australiens, sowie jene von der Westküste Amerikas werden jedoch nicht durchwegs im Lande selbst verarbeitet, ein nicht gerade unbedeutender Theil derselben wird nach Deutschland verfrachtet, und hier erst, natürlich unter Anwendung rationeller Methoden, aufgearbeitet.

Auch das zur Rüste gehende Jahrhundert hat nochmals das Goldfieber mit allen seinen Widerlichkeiten aufleben lassen, und hat neuerdings Tausende veranlaßt, sich an der tollen Jagd nach dem Glücke zu betheiligen. Kaum war die Nachricht bekannt geworden, daß hoch im Norden Amerikas, in jenem Theile, der mit vollem Rechte als das amerikanische Sibirien bezeichnet wird, reiche Goldfunde gemacht wurden, als auch schon der Dämon Gold neuerdings seine ewig junge Anziehungskraft auszuüben begann. Die neu entdeckten Golddistricte liegen in jenen Gebieten, die sich nördlich vom sechzigsten Breitengrade zwischen der Behringsstraße und der Hudsonbai erstrecken. Alaska, die früher russische, jetzt der Union gehörende Ecke des amerikanischen Continents gehört dazu, und auch jenes Gebiet, welches, officiell das Nord-West-Territorium geheißen, einen Theil des Colonialbesitzes Großbritanniens ausmacht. Und in der südwestlichen Ecke dieses Territoriums, an der Grenze des amerikanischen Alaska, befindet sich der neue **Golddistrict** von **Klondyke**.

Der Name des »amerikanischen Sibirien« ist durchaus kein leerer Schall. In Bezug auf Bodengestaltung, Klima und Erzeugnisse bietet Neubritannien — so wird hier und da dieser Landstrich auch genannt — mannigfache Uebereinstimmungen mit dem asiatischen Sibirien, mit dem es übrigens, wie manche Geologen behaupten, in der Vorzeit im Zusammenhang gestanden haben soll. Weitgedehnte Strecken sind von moos- und filzbewachsenen Morästen bedeckt und ähneln den sibirischen Tundras. Dann gibt es eine ausgedehnte Waldregion, unabsehbare Wiesensteppen und unzählige Seen, ein reiches Geäder von Flüssen und großen Strömen, die alle in das Eismeer münden. Seit nahezu 300 Jahren

bildeten diese Gebiete den Haupttummelplatz der Pelzjäger, trotzdem man schon seit der Mitte unseres Jahrhunderts weiß, daß in ganz Britisch-Nordamerika edle und unedle Metalle in großer Menge vorkommen. Aber der Zugang zu diesen Schätzen war immer ein ungemein schwieriger. Noch heute kann man sagen, daß kaum ein Viertel des ungeheueren Gebietes von Britisch-Amerika sich im wirklichen Besitze der Engländer befindet, während der ganze Rest entweder aus Küstenländern besteht, die den größten Theil des Jahres unter Eis und Schnee begraben sind und nur spärlich von nomadisirenden Völkerschaften bewohnt werden, oder aus weiten Jagdgebieten, die sich noch im Besitze der Ureinwohner befinden. In Britisch-Columbia, einem Theile dieser rauhen, von zerklüfteten Gebirgen durch-



Auf der Reise nach Klondyke. Zu Seite 504.

zogenen Landstrecken war bereits im Jahre 1875 am Frater-River Gold gefunden worden. Vier Jahre lang gaben die Minen reiche Ausbeute, wonach die habgierigen, auf rapiden Goldgewinn ausgehenden Yankees und Briten die Minen den geduldigeren Chinesen überließen, während sie selbst ins Caribougebirge zogen, wo sie reicheren Lohn zu finden hofften. Die Arbeit in dieser Wildniß ist aber eine sehr harte und beschwerliche, denn es handelt sich nicht wie in Californien um das bloße Hinwegsprengen von goldführendem Quarzgestein, sondern man muß mit der Hacke eine bis zu 45 Meter tiefe Schichte von Thon, Sand und Kies entfernen, bevor man auf das edle Metall stößt. Dafür aber ist die Ausbeute umso ergiebiger und nur dem Umstande, daß die Goldgewinnung in Californien, Australien und Südafrika eine um so Vieles leichtere ist, muß man es wohl zuschreiben, daß Britisch-Nordamerika bisher von den Gold-Prospectors weniger beachtet wurde. Dies ist nun rasch anders geworden, und Tausende und Hundert-

jende von problematischen Existenzen haben dem Zuge nach dem Norden, nach
ı neuen nordamerikanischen Goldlande nicht widerstehen können.

Einen Begriff von den Verhältnissen des neuen Dorado geben die Er-
lungen eines Mr. Day, welcher einen Winter in Klondyke und Dawson City
brachte und mit fünf anderen Personen verkehrte, die nach ihm den Weg von
Hafenstadt Juneau nach dem Golddistrict zurücklegten. Mr. Day hatte sich
tte November als erster Postcourier von Juneau aus auf den Weg gemacht
erst am 2. Februar erreichte er Circle City, nach weiteren 45 Tagen erst
ca! Während seiner Reise fand er den Yunkonstrom vom Lake Lebage an bis
lly zugefroren und auf einer Strecke von 120 Meilen mußte er seinem Hunde-
itten durch Schnee und Eis mit der Harke einen Weg bahnen. Das einzige
ensmittel, das er sich während der Reise verschaffen konnte, war schlechtes



Goldgräberlager in Klondyke. Zu Seite 505.

ehl, von dem 100 Pfund für gewöhnlich 4 Dollars kosten; in Klondyke aber
rug der Preis für die gleiche Quantität 50 Dollars! In Forty Mail zahlte
r. Day 215 Dollars für Hundefutter und dieses bestand obendrein aus so
nzigem und halbverwestem Schinken, das derselbe wegen des üblen Geruches
Freien gekocht werden mußte. Per Pfund kostete dieser Schinken ungefähr
Kreuzer!

Mr. Day versichert aber, daß dies seit vielen Jahren der mildeste Winter
ar; es gab meist blos —30° Celsius!

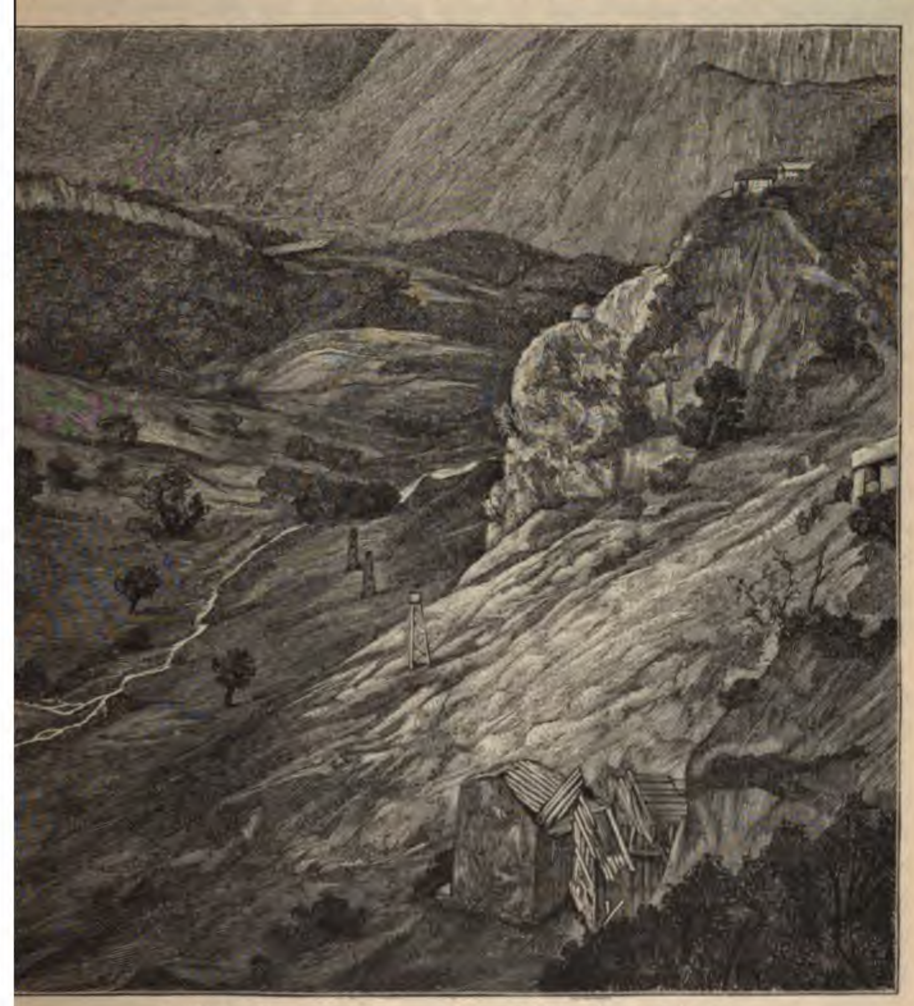
Ein Mr. E. Thorp, welcher einiges Schlachtvieh nach dem »Dorado« ge-
acht hatte, erzählt zur Illustration für den Reichthum der Minen: er habe sehr
ele Rinder auf Credit verkaufen müssen, weil die Schuldner im Moment des
eschäftsabschlusses nicht einen Dollar besaßen; aber ehe zwei Tage vergingen,
hlten sie — eine kaum eintägige Arbeit in den Minen befähigte sie reichlichst
r Deckung aller Ausgaben. Ein Goldgräber, Namens Peter A. Wiborg, der

mehrere Jahre in dem Districte zubrachte, erzählt, daß ein besserer Claim 5000 bis 8000 Dollars kostete. Der Eldoradofluß, der in den Yukon mündet, war der reichste des Districts zu dieser Zeit, und eine Ausbeute von 100 Dollars aus einer Waschpfanne war gar nichts Ungewöhnliches. Aus einem Schurf hatte er selbst einmal 600 Dollars erzielt. Der Arbeitslohn war anderthalb Dollars pro Stunde.

Die Reise nach diesen Goldfeldern ist selbst für einen wohlausgerüsteten Forscher, der mit Begleitmannschaft vordringt, eine schwierige. Für den Goldprospector handelt es sich darum, die in Juneau theuer eingekauften Wintervorräthe mit ungeheueren Transportkosten über den Chilkoopaß zu bringen. Am Lake Lindeman muß er sich selbst ein Boot bauen, mit dem er dann an seinen Bestimmungsort kommt, wo er einen Miethzins bezahlen muß, über den ein Hausherr im Londoner Westend erstaunen würde. Für die Reise von Juneau nach Klondyke ist ein Capital von mindestens 1000 Dollars erforderlich und es ist kein Wunder, wenn die Alaska Commercial Company alljährlich viele Hunderte von nothleidenden Miners auf ihre Kosten aus dem Lande wieder wegschaffen muß — und all diese Hunderte waren nur ein ganz geringer Procentsatz jener Unzähligen, welche in den letzten fünf Jahren im Revier von Circle City und Forty Mail zu Grunde gegangen sind. Vor dem Monate April ist es unmöglich, die Reise nach Klondyke anzutreten, und vor Mitte Juni kann der Goldgräber seine Arbeit nicht beginnen, da bis dahin der Boden noch hart gefroren ist. Bereits im September beginnt sich dann das Wintereis wieder zu bilden, so daß für die eigentliche Arbeitssaison nicht mehr als zwei Monate verbleiben. Für den ganzen Winter verschwindet dann die Sonne. Dazu kommen die ungeheueren Kosten und Schwierigkeiten, unter denen alle Arten von Lebensbedürfnissen eingeführt werden müssen. Wie man also sieht, ist das Leben eines Goldminers in Klondyke durchaus kein beneidenswerthes. Aber all dies wird die Ausbeute dieser Goldfeder nicht hindern, umsomehr, als die letzten officiellen Nachrichten constatiren, daß der Klondykedistrict nur ein kleiner Theil des goldreichen Gebietes ist und bereits zahlreiche Goldgräber nach anderen Flüssen ziehen, so nach dem Steward River, der noch bedeutend reicher sein soll als der Klondyke ...

Nach diesem Ueberblicke über die wichtigsten goldproducirenden Länder der Welt wollen wir nun jene Methoden besprechen, welche zur Gewinnung des Goldes dienen. Die Art und Weise derselben, sowie die Mittel, welche zur Anwendung gelangen, sind verschieden, je nach der Natur des Vorkommens der goldhaltigen Materialien, sowie auch nach den localen Verhältnissen. Während die Gewinnung des in den Goldseifen enthaltenen Goldes auf mehr oder minder einfachem Wege durch Waschen erfolgt, ist die Isolirung des Goldes aus den goldführenden Gesteinen, des Berggoldes, eine weit schwierigere Operation. Aus diesem Grunde stammt auch der größere Theil alles Goldes der Erde aus altem Schwemmlande, und nur der geringere wird durch rein bergmännische Arbeit gewonnen.

Die Gewinnung des Goldes aus den Goldseifen geschieht durch Verwaschen
s Goldsandes, wobei entweder ausschließlich die Trennung des schweren Goldes
ı den leichteren Gesteinstrümmern durch fließendes Wasser erfolgt, oder man
bindet dieses Verfahren, welches in seiner einfachsten Ausführung mit großen



Goldbergwerk in Seword City am Chilkoopaß (Alaska). Zu Seite 506.

rlusten verknüpft ist, mit der Amalgamation. In diesem Falle nimmt das
ıeckſilber die feinen Goldtheilchen auf und es entsteht Quecksilberamalgam. Ist
ſes genügend angereichert, so preßt man das überschüssige Quecksilber in ledernen
uteln ab und erhitzt das hinterbleibende Amalgam in eisernen Retorten. Dann
rflüchtigt sich das Quecksilber, welches aufgefangen, verdichtet und neuerlich ver-
ndet wird, während das Gold in der Retorte hinterbleibt.

Das ursprüngliche Werkzeug des Goldsuchers bestand in nichts Anderem als in einer flachen Schüssel, welche nicht einmal immer aus Blech, sondern häufig sogar aus Holz hergestellt war; vielfach wurden auch entzweigeschnittene flache ausgehöhlte Kürbisse verwendet. Die Schüssel wird mit dem goldhaltigen Materiale gefüllt, unter Wasser gebracht und so lange geschwenkt, bis aller feine Sand, Lehm und ähnliche leichte Bestandtheile weggeschwemmt sind. Auf dem Boden der Schüssel hinterbleibt dann das Gold. Bei diesem höchst primitiven Verfahren sind begreiflicherweise die unvermeidlichen Verluste an Gold sehr groß, und dieselben können bis zu 50 Procent betragen, außerdem ist aber auch die Leistungsfähigkeit eines Goldwäschers sehr gering, er vermag mit Hilfe der Schüssel höchstens 400 Kgr. Goldsand pro Tag zu verarbeiten.

Man war daher bald nach Entdeckung der großen Goldlager in Californien bestrebt, dieses höchst primitive Werkzeug durch bessere und vollkommenere zu ersetzen, und dies führte zunächst zur Construction der sogenannten Wiege. Es ist dies ein flacher hölzerner Kasten, dessen Boden mit grobem Tuche überzogen ist. Am oberen Ende wird die goldhaltige Erde durch ein Gitter eingeworfen, ein kräftiger Wasserstrom darüber geleitet und die Vorrichtung, welche auf zwei runden Hölzern steht, in hin- und hergehende Bewegung gebracht. Die groben Antheile bleiben auf dem Gitter liegen, das Wasser schwemmt Lehm und Sand hinweg, und das in Gestalt kleiner Körner und Flitter vorhandene Gold setzt sich zwischen den Fasern des Tuches ab. Diese Vorrichtung erhöht wohl die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters auf 1500 Kgr. goldhaltigen Materiales, trotzdem sind aber auch hier die Goldverluste noch immer sehr beträchtlich.

Wesentlich besser und leistungsfähiger war dann schon die nächste Vorrichtung, welche in Californien in Gebrauch kam, nämlich der sogenannte Long-tom. Es ist dies ein stark geneigter langer Kasten, der am unteren Ende mit einem aus durchlochtem Eisenbleche verfertigten Siebe versehen ist; unter diesem steht ein zweiter Kasten, welchen Holzleisten theilen. Zunächst wird in das obere Gerinne das zu waschende Materiale gebracht und dann ein starker Wasserstrahl darauf fallen gelassen, während mit Hilfe der Schaufel umgerührt wird. Auf diese Weise werden die feinen Antheile nach und nach weggeschwemmt, sie passiren das Sieb, und die schwersten Partikelchen, darunter das Gold, werden von den Leisten zurückgehalten. Ist eine Partie durchgewaschen, so werden die gröberen Antheile noch untersucht, ob sich unter ihnen nicht etwa größere Stücke Gold befinden, und dieses eventuell ausgelesen, die von den Leisten zurückgehaltenen Substanzen werden endlich in einem Sichertroge verwaschen.

Mit dieser Vorrichtung war man schon im Stande, 6000 Kgr. Sand pro Tag zu verarbeiten, und durch Anwendung der Schleuse stieg diese Menge auf 18.000 Kgr. Letztere ist eigentlich nichts Anderes als ein auseinandergezogener Long-tom, und wird durch einen bis zu 300 Meter und darüber langen offenen Canal gebildet, in welchen die Erde eingeworfen und mit Hilfe eines starken

asserstrahles gesichtet wird. Das Gold setzt sich jedoch nicht als solches ab, ndern wird von Quecksilber aufgenommen, welches sich im unteren Theile der orrichtung hinter Leisten oder in Löchern befindet. Der Vortheil aller dieser rbesserten Vorrichtungen, besonders der Schleuse, liegt aber nicht nur in der ößeren Leistungsfähigkeit, sondern in dem mit dieser direct zusammenhängenden nstande, daß man durch dieselben in Stand gesetzt wurde, immer goldärmere aterialien mit Aussicht auf Erfolg zu verarbeiten.

Alle diese Methoden wurden aber mit Bezug auf die tägliche Leistung durch n hydraulischen Abbau in den Schatten gestellt. Das Wesen desselben haben



Gewinnung der goldführenden Erde durch den hydraulischen Abbau. Zu Seite 509.

ir schon an einer früheren Stelle kurz angedeutet: es besteht darin, daß das goldührende Land mit Hilfe kräftiger Wasserstrahlen weggeschwemmt und dann in ngen Schleusen verarbeitet wird. Um aber die nöthige Wassermenge zu erhalten nd gleichzeitig zu bewirken, daß das Wasser an der Bedarfsstelle den erforderichen 4—5 Atmosphären betragenden Druck besitze, war es oft erforderlich, auf hohen Bergen besondere Reservoirs und Stauvorrichtungen anzulegen, hinter welchen sich as Wasser ansammelte. Durch Gerinne und Rohrleitungen wurde es dann nach er Verbrauchsstelle geführt und dort in Gestalt eines etwa armdicken Strahles uf das Schwemmgebirge wirken gelassen.

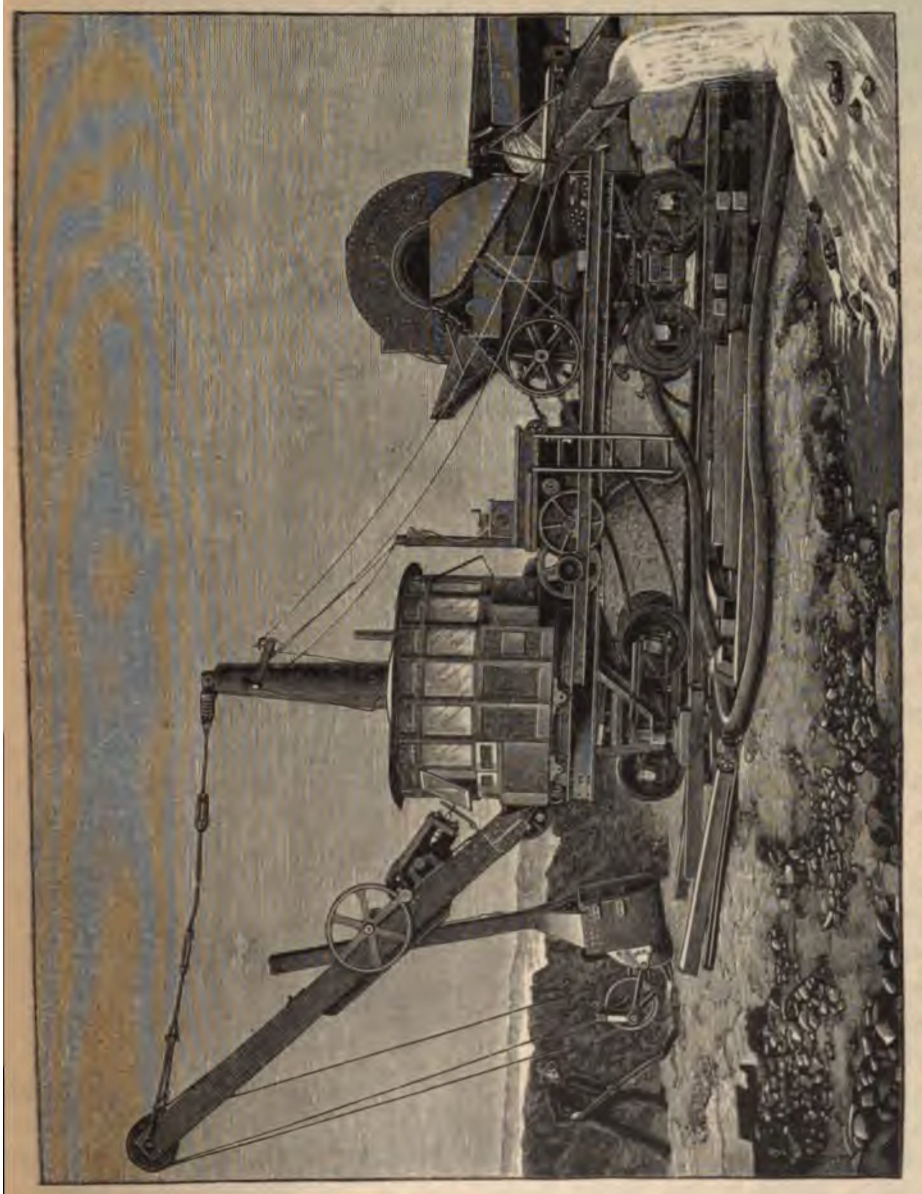
Aber auch bei diesem Verfahren sind die Goldverluste in der Regel ziemlich groß und oft ist der Fall vorgekommen, daß die schon einmal durchgearbeiteten

Rückstände von Yankees und Chinesen mit Erfolg abermals durchgenommen wurden. Diese Verluste spielen aber aus dem Grunde eine geringere Rolle, als täglich direct große Mengen verarbeitet und daraus noch immer eine solch bedeutende Goldmenge erzielt wird, daß ein vollkommen befriedigender Gewinn resultirt.

An manchen Orten, so bei der Bennet Amalgamator Co. Sumint (Colorado), erfolgt die Gewinnung und Verarbeitung des goldführenden Sandes mit Hilfe besonderer Maschinen, die aus dem Excavator und dem Amalgamator bestehen, beide werden durch Elektricität betrieben, ebenso wie der Wagen, auf welchem sie ruhen. Von den vier daselbst befindlichen Elektromotoren sind drei für den Excavator bestimmt, nämlich einer für das Einsenken der Schaufel, der zweite für das Heben derselben und der dritte für die Drehung des Excavators behufs Entleerung der gefüllten Schaufel in den Amalgamator, welcher seinen Antrieb durch den vierten Elektromotor erhält. Ein einziger in einem drehbaren Häuschen postirter Arbeiter leitet mit Leichtigkeit den Gang der Motoren mittelst dreier Stellhebel und einer ebenfalls durch Elektricität betriebenen Bremse. Die Schaufel der Maschine, welche pro Tag 1500 Cbm. Erde zu verarbeiten vermag, hebt mit einem Hube 800 Liter. Der Amalgamator ist mit einem Trichter versehen, der nur gesiebten Sand mit dem Quecksilber in Berührung kommen läßt. Die ganze Vorrichtung wiegt 25 Tonnen und benöthigt zum Betriebe 30 Pferdestärken, wobei die Beschaffung des zur Speisung der Maschine erforderlichen Wassers nicht mit inbegriffen ist. Letzteres wird aus der Wasserleitung bezogen, welche die stromliefernde Dynamomaschine betreibt. Durch die Anwendung dieser Maschine wurde die Ausbeute an Gold pro Cubikmeter Boden von 50 Centimes auf 2 Francs gebracht.

Handelt es sich darum, das Gold nicht aus Seifenlagern, sondern aus festem Gesteine, meist Quarz, in welches es eingesprengt ist, zu gewinnen, so müssen die losgebrochenen Massen zunächst sehr gut zerkleinert werden, dann werden sie nach verschiedenen Verfahren, deren einfachstes ebenfalls in der Amalgamation besteht, weiter verarbeitet. Das Zerkleinern und die Amalgamation erfolgen entweder gleichzeitig, indem man das Erz unter Hinzuführen von Quecksilber zerstampft, oder gesondert. Letzterer Vorgang ist der rationellere, dann wird zunächst das Gestein auf Walzwerken, Kollergängen oder Kugelmühlen, Pochwerken ꝛc. zerkleinert und endlich in eigenen Vorrichtungen, den sogenannten Goldmühlen, mit Quecksilber, welches das Gold löst, in innige Berührung gebracht. Dieses Verfahren ist mit keinen besonderen Schwierigkeiten verbunden, wenn die Gangart nur aus Quarz besteht; es wird aber sehr erschwert und vertheuert, wenn, wie dies bei vielen Erzen der Fall ist, auch Schwefelmetalle und andere Verbindungen als Begleiter des Edelmetalles auftreten. Durch die Anwesenheit solcher Substanzen verliert das Quecksilber nämlich sehr rasch das Vermögen, Gold zu lösen, es wird schmierig und verliert seine blanke Oberfläche, worauf es dann selbst einer Reinigung unterzogen werden muß. So giebt Guerout an, daß z. B. ein Quarz, der pro Tonne 1250 Gr. Gold enthält, unter den genannten Umständen die Goldgewinnung unmöglich

machte. Man hat diesem Uebelstande durch Zusatz von Natrium zum Quecksilber oder Reinigung desselben durch einen Chlorstrom vorgeschlagen, aber wie es scheint,



Maschine mit elektrischem Antriebe zur Gewinnung und Verarbeitung des goldhaltigen Sandes. Zu Seite 510.

keinen vollkommen befriedigenden Erfolg damit erzielt. Hingegen gelang es Richard Barker durch Anwendung der Elektricität den angestrebten Zweck zu erreichen. Er beobachtete nämlich die merkwürdige Thatsache, daß bei Verbindung des Queck-

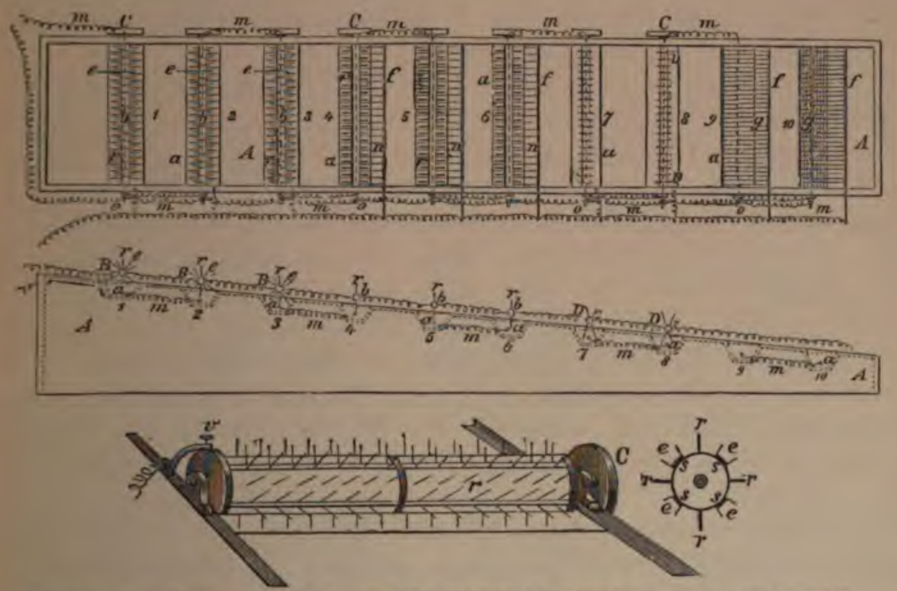
silbers mit dem negativen Pole einer Elektricitätsquelle und des darüberfließenden Wassers mit dem positiven Pole die Verunreinigungen des die Kathode bildenden Quecksilbers von diesem weg und zur Anode, also zum Wasser, getrieben werden, wodurch das Quecksilber wieder seine blanke Oberfläche erhält. Auf Grund dieser Thatsache ließ sich Barker das im Nachstehenden beschriebene Verfahren zur Gewinnung von Gold und Silber unter Verwendung eines elektrischen Stromes patentiren.

Die gepulverten und in Wasser aufgeschlemmten Erze fließen über die schwach geneigte Fläche AA (siehe die Abbildung auf Seite 513) und passiren bei ihrem Herabfließen das in den die Fläche quer durchziehenden Trögen a a . . . befindliche Quecksilber. Dieses nimmt bei blanker Oberfläche die Goldtheilchen auf, während der Schlamm der Gangart abfließt. Um nun die Quecksilberflächen blank zu erhalten, verbindet Barker die Quecksilbertröge mit dem negativen Pole einer elektrischen Maschine und macht sie dadurch zu Kathoden. Der positive Pol der Maschine wird mit dem über das Quecksilber fließenden Wasser in Verbindung gebracht und macht dieses zur Anode. Der vom negativen Pole der Maschine kommende Strom tritt durch den Draht m in die Quecksilberrinne 1 ein, fließt von dieser durch den Verbindungsdraht m zur Rinne 2 u. s. f. bis zur Rinne 10. Die Zuleitung des positiven Stromes für die Rinnen 1, 2 und 3 ist aus der folgenden Abbildung zu ersehen. Auf einer hölzernen, durch die Schnurscheibe C in Umdrehung versetzten Walze sind vier Metallschienen s parallel zur Achse der Walze befestigt, die durch drei Metallringe, in der Mitte und an beiden Seiten, festgehalten werden. An diesen Metallschienen sind der ganzen Länge nach radial abstehende Metalldrähte angebracht, deren Länge so bemessen ist, daß ihre Enden während der Rotation der Walze in das über die schiefe Ebene fließende Wasser tauchen, aber die Quecksilberoberfläche nicht berühren. Auf jedem Metallringe der Walze, welcher sich auf dem von der Schnurscheibe abgewandten Ende befindet, schleift ein Contactstift v, der mit dem positiven Pole der elektrischen Maschine in leitender Verbindung steht; hierdurch werden die Metallschienen und somit auch die abstehenden Drähte zu Anoden gemacht. Auf den Holztheilen der Walze, welche zwischen den Metallschienen liegen, sind Holzstäbe in gleicher Weise befestigt wie die Drähte; sie sind aber länger wie die letzteren und tauchen daher bei jeder Umdrehung der Walze in das Quecksilber ein, wodurch letzteres, um die Amalgamirung zu erleichtern, in ständiger Bewegung erhalten wird.

Ueber den Quecksilberrinnen 4, 5 und 6 laufen die Walzen b, sie dienen mit ihren Holzstiften r nur als Rührvorrichtungen; die Zuführung des positiven Stromes in das Wasser geschieht nicht durch die Walze, wie vorhin, sondern durch Drähte n, welche in das Wasser tauchen und an den Metallstangen f befestigt sind. Die Rinnen 7 und 8 besitzen keine Rührvorrichtungen mehr; die Stromzufuhr erfolgt durch die auf den Walzen D aufgesetzten Metallstifte z. Da solche Paare von Metallstiften nur an den Enden eines Walzendurchmessers angebracht

sind, so kann natürlich die Stromzufuhr nur intermittirend sein, also bei jeder vollen Umdrehung der Walze nur zweimal eintreten. Ueber den Rinnen 9 und 10 endlich befinden sich überhaupt keine Walzen, hier erfolgt die Stromzuleitung durch die enge nebeneinander angeordneten, quer oder der Länge nach zu den Rinnen gestellten Metalldrähte g; in 9 und 10 sind die Drähte an Metallstangen f befestigt. Die mit dieser Vorrichtung erzielten Resultate sollen in jeder Beziehung zufriedenstellend sein.

Aus goldführenden Eisenkiesen wird das Gold durch Plattner's Chlorproceß gewonnen. Zunächst werden die Erze geröstet, um Schwefel und Arsen zu entfernen, dann mit Wasser befeuchtet und in einen Kasten, welcher einen durchlöcherten



Vorrichtung zur Gewinnung von Gold und Silber mit Hilfe des elektrischen Stromes. Zu Seite 512.

falschen Boden besitzt und mit einem Deckel lose verschlossen ist, gebracht. Man leitet dann von unten Chlor ein, und wenn dasselbe alle Luft verdrängt hat, läßt man 12 Stunden stehen, zieht das Goldchlorid mit Wasser aus und schlägt durch Zusatz von Eisenvitriol das Gold nieder, welches getrocknet und, um es vollständig zu reinigen, mit Borax geschmolzen wird.

In Australien steht ein von dem geschilderten etwas abweichendes Verfahren in Verwendung. Man bringt das geröstete und mit Wasser gemischte Erz in einen rotirenden Cylinder, fügt 1 Procent Chlorkalk und 1 Procent Schwefelsäure hinzu und bläst, während sich der Cylinder langsam dreht, Luft unter starkem Drucke ein. Dann wird mit unter starkem Drucke stehendem Wasser ausgewaschen und die Lösung durch eine hohe Lage von Holzkohle filtrirt. Diese hält alles

Gold zurück und nimmt endlich eine braune Farbe an. Schließlich wird sie verbrannt und das in der Asche befindliche Gold gewonnen. Dieses Verfahren bietet gegenüber dem erstgenannten, welches hauptsächlich in Californien üblich ist, den Vortheil, daß die Abscheidung weitaus rascher erfolgt, hier genügt hierzu eine Stunde, während nach der alten Methode 40—90 Stunden gebraucht werden.

Gegenüber der Amalgamation bedeutet der Chlorproceß einen wesentlichen Fortschritt, denn die Verluste sind hier schon weitaus geringer, und bei sorgfältiger Arbeit gelingt es, bis zu 95 Procent des Goldes zu gewinnen. Alle diese Verfahren werden jedoch durch den erst seit wenigen Jahren bekannten und derzeit vornehmlich in Transvaal geübten Mac Arthur-Forrest-Proceß in den Schatten gestellt, welcher die directe Gewinnung des Goldes aus den zerkleinerten Erzen ermöglicht. Außerdem wird die Arbeit wesentlich vereinfacht und verbilligt und die Ausbeute ganz bedeutend erhöht.

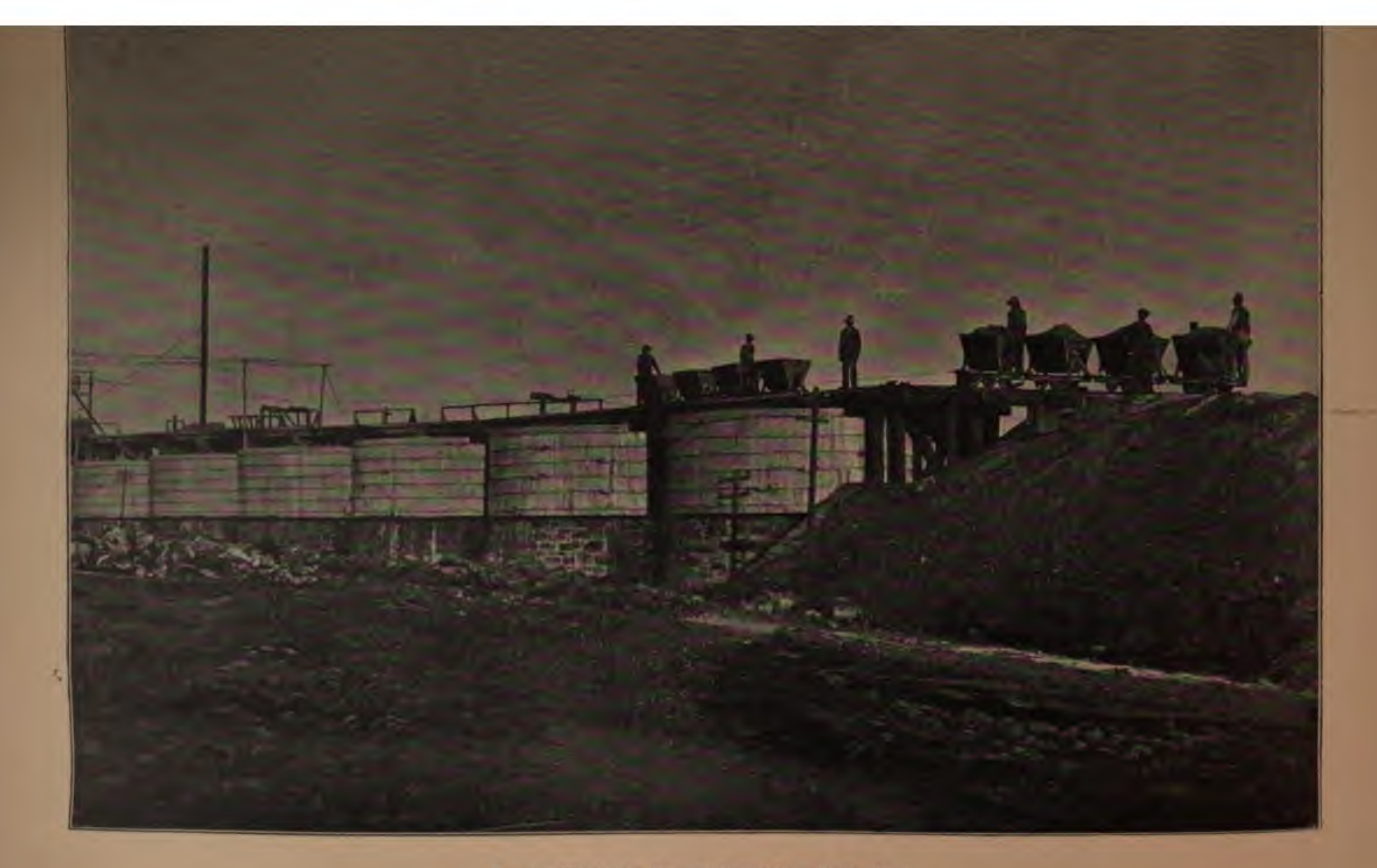
Dieser Proceß beruht auf der Thatsache, daß verdünnte Cyankaliumlösung unter Mitwirkung des Luftsauerstoffes das Gold zu lösen vermag, und zwar ist es in der resultirenden Lauge als Kalium-Goldcyanid vorhanden. Zur Ausführung werden die genügend zerkleinerten Erze, beziehungsweise die Abfälle von der Amalgamation, in große, 40.000—100.000 Kgr. fassende Bottiche gebracht und darin mit einer Cyankaliumlösung, welche 0·6—0·8 Procent Cyankalium enthält, behandelt. Die Bottiche besitzen einen flachen Boden aus Holzlatten, über welchem ein Filter aus Cocosnußgeflecht ausgebreitet ist. Unter diesem Lattenboden befindet sich eine Schicht von grobem Sand und Kies, welche die Lauge vor dem Austritt aus dem Bottiche passiren muß. Jeder Bottich wird mit Cyankaliumlösung gefüllt und je nach dem Goldgehalte des Materiales 6—12 Stunden stehen gelassen, worauf die Lauge abgezogen und durch neue ersetzt wird. Pro 1000 Kgr. Erz sind hierzu rund 500 Kgr. Lauge erforderlich. Dann werden die schon einmal extrahirten Erze nochmals mit einer Lösung, welche 0·2—0·4 Procent Cyankalium enthält, behandelt, mit Wasser gewaschen und schließlich entfernt.

Um aus der Lauge das Gold zu gewinnen, läßt man diese in einen mit Zink- oder Aluminiumspänen gefüllten Kasten treten, in welchem sie langsam circulirt. Es fällt dann metallisches Gold aus, während Kalium-Zinkcyanid in Lösung geht. Dient dagegen Aluminium als Fällungsmittel, so entsteht Thonerde, und die Cyankaliumlösung kann sofort neuerdings zur Lösung von Gold verwendet werden.

Der Niederschlag von Gold, welcher noch durch Silber, Kupfer, Blei, Zinn 2c. verunreinigt ist und eine schwarze Masse bildet, wird von Zeit zu Zeit entfernt und durch Schmelzen mit Sand und Borax gereinigt.

Dieses Verfahren ist bei allen Erzen anwendbar, welche das Gold in nicht zu großen Stücken enthalten, da auf diese die Cyankaliumlösung zu langsam einwirkt; aus der Lösung wird das Gold vielfach auch durch Elektrolyse gewonnen.

Seiner Billigkeit und Einfachheit wegen scheint der Cyanidproceß berufen, eine totale Umwälzung in der Goldproduction herbeizuführen, deren Wirkung



Cyanid-Werke in den afrikanischen Goldminen.
Nach einer Photographie des technischen Etablissements von A. Koppel in Berlin.

rdings erst in einigen Jahren bemerkbar sein wird, bis sich nämlich dieses
fahren, woran nicht zu zweifeln, allenthalben eingebürgert hat.

Das »gediegene« Gold enthält, wie wir schon an einer früheren Stelle aus-
ihrt, immer größere oder geringere Mengen Silber; um daher aus dem Wasch-
je reines Gold darzustellen, muß dieses einer besonderen Behandlung, der
ldscheidung oder Affination, unterworfen werden. Dies geschieht, indem
i die granulirte Mischung beider Metalle zunächst mit concentrirter Schwefel-
re in eisernen Kesseln kocht; dabei geht nur das Silber in Lösung, während
Gold, welches nur von Königswasser, d. i. eine Mischung von concentrirter
lzsäure und Salpetersäure, aus welchem sich freies Chlor entwickelt, wobei dieses
Lösung bewirkt, angegriffen wird, ungelöst hinterbleibt. Die Legirung von
ld und Silber darf jedoch, soll die Scheidung vollständig gelingen, erfahrungs-
näß nicht mehr als 25 Procent Gold enthalten, eventuell stellt man durch
sammenschmelzen eine Legirung mit diesem Goldgehalte her. Das hinterbleibende
ldpulver wird schließlich, um es vollständig von Silber zu trennen, nochmals
Platingefäßen mit Schwefelsäure gekocht, gewaschen und mit saurem Natrium-
fat, welches alle eventuell noch vorhandenen fremden Metalle aufnimmt, ge-
nolzen.

Kommt Gold in Gesellschaft von Platinmetallen vor, so wird es von diesen
vöhnlich auf elektrolytischem Wege, welcher der kürzeste und einfachste ist, ge-
nnt. Man bringt das zu reinigende Gold in Plattenform, verbindet die Platte
t dem positiven Pole einer dynamoelektrischen Maschine und setzt sie in eine
itrale Lösung von Goldchlorid. Als negativen Pol verwendet man eine dünne
atte von Feingold. Wird nun der Strom geschlossen, so löst sich das Gold am
itiven Pole auf und schlägt sich am negativen nieder, wobei die Lösung von
ldchlorid stets die gleiche Concentration behält; die Platinmetalle fallen als
uschwarzes Pulver zu Boden.

Das Gold ist von allen bekannten Metallen das dehnbarste, und von dieser
genschaft wird bei der Goldschlägerei, welche die Herstellung ganz dünner
ldhäutchen bezweckt, Gebrauch gemacht. 10 Gr. Gold können so dünn ausge-
lagen werden, daß sie dann eine Fläche von ungefähr 5675 Quadratdecimeter
decken, und bekannt ist der durchaus nicht übertriebene Ausspruch, daß ein
ucaten genüge, um einen Reiter sammt seinem Pferde mit Gold zu überziehen.
as Blattgold dient zur Herstellung von Golddruck auf Bucheinbänden, Galanterie-
aaren und zu ähnlichen Zwecken.

Ferner werden größere Mengen in dünnen Draht verwandelt, der zur Her-
llung von zarten Ketten und sonstigen Schmuckgegenständen dient. Ueberhaupt
ird, außer zu Münzen, das Gold am häufigsten als Schmuck verwendet und
dient dem edelsten aller Steine, dem Diamant, als angemessenste Fassung.
a aber das reine Gold sehr weich ist, und sich daher beim Gebrauche ungemein
ch abnützen würde, wendet man es stets — auch zu Münzen und Kunstgegen-

ständen — in Legirung mit anderen Metallen an, wie Silber und Kupfer, wodurch seine Härte zunimmt.

Die verschiedenen Legirungen des Goldes sind aber auch durch die Färbung untereinander abweichend, und man verwendet dieses Verhalten, um dem zu Schmucksachen dienenden Golde verschiedene Nuancen zu ertheilen. Während das reine Gold die bekannte gelbe Farbe besitzt, nimmt es, mit Silber legirt, einen grünlichen Schein an, der bei mehr Silber in weiß übergeht, und durch einen Zusatz von Kupfer wird es deutlich roth gefärbt. Das mit Kupfer legirte Gold ist auch leichter schmelzbar; diese Legirung wird auch als »rothe Karatirung« bezeichnet, da man früher den Feingehalt einer Goldlegirung, d. h. ihren Gehalt an reinem Gold, nach Karat ausdrückte; 24 Karat gingen auf eine Mark. Jetzt aber wird der Feingehalt officiell nur nach Tausendsteln angegeben. Eine 21·6karatige Legirung ist 900 Tausendstel fein, d. h. sie enthält 90 Procent Gold, und der Feingehalt einer 22karatigen entspricht 916·66 Tausendsteln.

Eine relativ große Menge Gold dient auch dazu, um verschiedene Gegenstände mit einer mehr oder minder dünnen Schicht Gold zu überziehen. Dies kann nach zwei Verfahren erfolgen, das ältere derselben haben wir schon bei Besprechung der Eigenschaften und der Anwendung des Quecksilbers kennen gelernt, es ist die sogenannte Feuervergoldung, wobei auf den zu vergoldenden Gegenstand Goldamalgam aufgetragen und dann das Quecksilber verflüchtigt wird. Seit dem Bekanntwerden der galvanischen Vergoldung hat dieser Vorgang immer mehr an seiner ursprünglichen Bedeutung verloren, und heute wird die Feuervergoldung nur mehr ausnahmsweise angewendet. Dies ist dann der Fall, wenn es sich um Herstellung einer recht dauerhaften Vergoldung handelt; so wurden beispielsweise die Metallspitzen der neuen Fahnen, welche die französische Armee im Jahre 1880 erhielt, doppelt in Feuer vergoldet.

Durch die galvanische Vergoldung erhalten Gegenstände aus unedlen Metallen nicht nur ein schöneres Aussehen, sondern sie werden auch werthvoller, dauerhafter und gegen äußere Einflüsse widerstandsfähiger. Das Goldbad, aus welchem durch den elektrischen Strom das Gold auf dem zu vergoldenden Gegenstande niedergeschlagen wird, bereitet man durch Auflösen von Cyankalium in Wasser, dem man in wenig Wasser gelöstes Goldchlorid zusetzt, häufig wird es dann noch durch Zusatz von etwas Ammoniak alkalisch gemacht. Die Abscheidung des Goldes gelingt in gleicher Weise, wenn das Bad kalt oder erwärmt ist, doch zeichnen sich heiß vergoldete Gegenstände durch eine schönere Farbe aus. Auch ist die heiße Vergoldung haltbarer, da sich das Gold in Form eines ungemein feinmaschigen Netzes absetzt; dieses muß sich dann, sobald der Gegenstand auskühlt, zusammenziehen, wodurch ein dichterer Anschluß an den betreffenden Gegenstand erreicht wird. Bei größeren Gegenständen, wie den Abschlüssen von Thurmspitzen, Candelabern und dergleichen, muß man sich aber wohl mit dem kalten Bade begnügen. Ebenso wie beim galvanischen Verkupfern bleibt auch beim Vergolden die Menge

des an der Anode in Lösung gehenden Metalles hinter jener, welche auf dem Gegenstande, der hier die Kathode bildet, niedergeschlagen wird, zurück; es ist deshalb nöthig, von Zeit zu Zeit dem Bade selbst wieder etwas Goldchlorid und Cyankalium zuzufügen. Die Concentration der Lösung, die Form und Stellung der Goldanode, sowie auch die Stromstärke müssen sorgfältig studirt und regulirt werden, wenn die Abscheidung des Goldes in der gewünschten Weise erfolgen soll. Die Stromstärke kann einfach auch in der Weise regulirt werden, daß man die Anode tiefer oder weniger tief in das Bad einsenkt. Da man hierdurch aber den Querschnitt verändert, welcher dem Strome zum Uebergange aus der Platte in die Flüssigkeit dargeboten wird, so muß der Widerstand, und somit auch die Stromstärke, eine entsprechende Abänderung erfahren. Dabei muß man aber beachten, daß sich auf diese Weise auch die Farbe des Niederschlages variiren läßt. Will man absichtlich Gold in verschiedenen Farben niederschlagen, so wendet man eine kupferhaltige Goldlösung an, der Niederschlag erscheint dann röthlich und grün, wenn das Bad silberhaltig war. Dagegen werden rosafarbene Nuancen erhalten, wenn das Goldbad Silber und Kupfer gleichzeitig enthält. Dieses Verhalten kann auch dazu dienen, einen Gegenstand mit verschiedenfarbigen Goldüberzügen zu versehen; zu diesem Zwecke überzieht man ihn nach der ersten Vergoldung mit einem geeigneten Firnisse, gravirt in diesen die gewünschte Zeichnung ein, so daß das Metall blank liegt, und bringt ihn in das nuancirte Bad. Das Gold schlägt sich dann nur auf den vom Firnisse entblößten Stellen nieder.

Mit dieser Aufzählung haben wir die Anwendung des Goldes aber noch durchaus nicht erschöpft, und es ist eigentlich erstaunlich, zu wie vielerlei Dingen doch dieses theuerste aller Metalle gebraucht wird. Die ausgedehnteste Anwendung findet es jedoch immer einerseits als Werthmesser, andererseits zu Schmuckgegenständen, und dies dürfte auch aller menschlichen Voraussicht nach so bleiben, bis man entweder so gewaltige Goldlager entdeckt, daß ein rapider Preissturz des Königs der Metalle eintritt — oder bis das thatsächlich einmal gelingt, wonach Jahrhunderte hindurch die Alchemie gestrebt, nämlich unedle Metalle in glänzendes Gold zu verwandeln. . . .

Die Kenntniß des **Silbers** ist ebenso wie jene des Goldes uralt, trotzdem weisen aber viele Quellen darauf hin, daß in manchen Ländern das Gold längst verwendet wurde, ohne daß man Silber kannte. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß das »weiße Gold«, wie das Silber auch vielfach genannt wurde, weitaus häufiger im vererzten als im gediegenen Zustande auftritt und deshalb auch schwieriger zu gewinnen ist, als der König der Metalle. Die Bibel erwähnt übrigens schon den großen Reichthum Abrahams, der 2000 Jahre v. Chr. lebte, an Silber, und zur Zeit des Königs Salamo war man in Jerusalem so reich an Silber, daß dort dieses Edelmetall nur sehr geringen Werth besaß.

Aehnlich wie das Gold, wurde auch an vielen Orten das Silber von den Mächtigen aufgehäuft, und die Schriftsteller der Alten erzählen uns, daß in

Asien ein solcher Ueberfluß an Silber vorhanden war, daß man daraus, wie beispielsweise in Ekbatana, Dachziegel verfertigte. Dem Tempel zu Delphi machte aber König Krösus Geschenke an Silber im Werthe von fast 60 Millionen Mark.

Im Alterthume waren es die ägyptischen und nubischen Bergwerke, welche, sowie die griechischen im Lauriongebirge, reiche Mengen Silbers lieferten, und den Phönikern wird die Erschließung der bedeutenden Silberschätze Spaniens zugeschrieben. Wie die Bibel berichtet, sandte König Salamo eine Handelsexpedition nach dem silberreichen Lande Tarschisch, es soll dies unser heutiges Spanien gewesen sein.

Der Reichthum Spaniens an Silber lieferte auch Hannibal die Hilfsmittel zum Kriege, der das römische Reich in seinen Grundfesten erschütterte, und viele Jahre vor diesem Schlage übernahm er schon die Silbergruben Spaniens in der Absicht, ungeheuere Schätze zu sammeln, um jenes große Werk, an dem er mit allen Fasern seines Herzens hing, zu vollenden. Später betrieben die Römer und nach ihnen die Mauren die spanischen Bergwerke sehr eifrig, und es waren wohl in erster Linie die spanischen Silbergruben, welche nach dem Untergange des römischen Reiches bis zum Wiedererwachen der Cultur zur Zeit Karl des Großen den größten Theil des in Europa verbrauchten Silbers lieferten.

Einen ungeheueren Einfluß auf die Vermehrung des Silbers in der alten Welt nahm aber die Entdeckung Amerikas durch Columbus im Jahre 1492. Bis zur Eroberung Mexikos durch Cortez wurde in Amerika nur Gold gefunden, und die bis zu diesem Jahre (1519) geförderten Silbermengen scheinen nur sehr gering gewesen zu sein. Ungefähr zwanzig Jahre nach der Eroberung Mexikos nahm aber Pizarro Peru ein, und dort wurden bald unzählige Gold- und Silberbergbaue eröffnet. Keine derselben kam aber den berühmten Gruben von Cerro de Potosi gleich, welche durch einen Zufall im Jahre 1545 aufgefunden wurden. Ein indianischer Jäger, Diego Hualca, soll sie dadurch entdeckt haben, daß er beim Ausreißen eines Busches Adern von gediegenem Silber im Boden fand. Bei weiteren Nachforschungen traf man dann auf große Mengen dieses Metalles, und diese Entdeckung veranlaßte sogleich das Hinzuströmen eines großen Theiles der Bevölkerung, welche gekommen war, um sich mit Silber zu bereichern. Trotzdem die Gegend von einer geradezu ungewöhnlichen Unfruchtbarkeit war, entstand dort doch bald eine Stadt, und der Berg wurde auf allen Seiten angegriffen. Niemand sah sich in seinen Hoffnungen getäuscht, denn der Reichthum an Silber überstieg in wenigen Jahren Alles, was die Geschichte der Bergwerke aus früheren Zeiten an Staunenswerthem zu berichten wußte.

Die Auffindung dieser Silberlager scheint damals die gleiche Wirkung ausgeübt zu haben, wie die Entdeckung der californischen und australischen Goldlager in diesem Jahrhunderte, und Südamerika und Mexiko lieferten von da ab die größten Mengen Silber. In neuerer Zeit haben aber die nordamerikanischen Staaten den südamerikanischen den Rang in Bezug auf den Silberreichthum und die Silber-

production abgelaufen, namentlich übertrifft der Unionsstaat Nevada an Silberreichthum alle bisher bekannten Fundstätten, und es verdient hervorgehoben zu werden, daß nach den amtlichen Ausweisen Nevada die weitaus größte Menge allen Silbers liefert, welches in Nordamerika producirt wird.

Die Anfangs ganz unglaublich klingenden und deshalb mit großem Mißtrauen aufgenommenen Nachrichten über den Silberreichthum Nevadas fanden im Laufe der Zeit ihre volle Bestätigung. Die gewaltigen Silbermassen, welche von dort aus auf den Weltmarkt geworfen wurden, noch mehr aber der Umstand, daß immer mehr Staaten, welche noch Silber- oder gemischte Währung hatten, diese verließen und die Goldwährung einführten, waren die Ursachen, daß das Silber in der Neuzeit eine so große Entwerthung erfuhr und der Preis dieses Metalles gegenwärtig fast nur mehr die Hälfte von jenem beträgt, der um die Mitte des XIX. Jahrhunderts für dasselbe gezahlt wurde.

Gediegenes Silber ist meist ein Begleiter von Silbererzen und findet sich in Gängen bisweilen in mächtigen Klumpen und Platten; in Kongsberg in Schweden hat man Stücke bis zu 380 Kgr. und mit 90 Procent Silbergehalt gefunden, und in Johann-Georgenstadt sollen sogar Klumpen im Gewicht bis zu 5000 Kgr. gefördert worden sein. Selbstverständlich gehören solch gewaltige Silbermassen aber zu den sehr seltenen Vorkomnissen. Stücke im Gewichte von 4—5 Kgr. sind jedoch ziemlich häufig. In Gestalt von haar-, draht- und blechförmigen Gebilden kommt Silber ebenfalls vor, und in manchen Museen sieht man mehrere Meter lange Stränge von Haarsilber und baumartige Gebilde bis zur Höhe von $^1/_4$ Meter.

Das gediegene Silber enthält in der Regel solche Mengen von Gold, daß sich die Gewinnung des letzteren lohnt, und manche Stücke sind sogar sehr goldreich; außerdem enthält es mitunter kleine Mengen von Kupfer, Arsen, Eisen und Quecksilber.

Ein sehr interessantes Vorkommen des Silbers ist das Silberamalgam, eine Verbindung von Silber mit Quecksilber, welcher gewisse Mengen von Arsen und Antimon beigemengt sind; der Silbergehalt schwankt zwischen 55 und 84 Procent. Je nach dem Grade seiner Reinheit ist das Silberamalgam weiß, gelblich, stahlgrau bis schwarz und besitzt nur geringe Härte.

Silberglanz oder Glaserz ist Schwefelsilber mit ungefähr 87 Procent Silbergehalt. Es bildet meist würfelförmige Krystalle, kommt aber auch haar-, draht- und plattenförmig vor. Dieses Mineral zeichnet sich durch große Geschmeidigkeit und Biegsamkeit aus; erdige Varietäten führen den Namen Silberschwärze. Ein anderes wichtiges, ebenfalls aus Silber und Schwefel bestehendes Silbererz ist das Sprödglaserz oder Schwarzgiltigerz. Neben anderen Körpern enthält es immer noch Antimon; der Silbergehalt beträgt in vollkommen reinem Zustande 68·5 Procent.

Durch eine sehr schöne Färbung, sowie ebenfalls durch reichen Silbergehalt zeichnen sich die Rothgiltigerze aus, welche eine carminrothe bis cochenillerothe Farbe besitzen, das lichte Rothgiltigerz führt daher auch den Namen Rubinblende.

In Gesellschaft des Silberglanzes und der Rothgiltigerze kommt häufig auch der Polybasit oder der Eugenglanz vor, welcher neben 61—75 Procent Silber noch wechselnde Mengen von Kupfer, Eisen, Zink, Antimon, Arsen und Schwefel enthält.

Sehr große Weichheit besitzt das aus Silber und Chlor bestehende Hornsilber, welches 75 Procent Silber enthält und mit dem Messer geschnitten werden kann. Es findet sich in solcher Menge, daß es zur Silbergewinnung verwendet wird, nur in Mexiko, Peru und Chile. Seine Farbe ist perlgrau bis bläulich.

Von den genannten Mineralien sind neben dem gediegenen Silber die Rothgiltig- und Schwarzgiltigerze, sowie der Silber- und Eugenglanz als Silberlieferanten die wichtigsten; von sehr hoher Bedeutung ist aber auch eine große Zahl anderer Mineralien, welche zu den Glanzen und Kiesen gehören und neben anderen Metallen noch so bedeutende Mengen von Silber enthalten, daß es lohnend ist, dieses für sich abzuscheiden, so daß man dann aus einem Minerale Silber und Kupfer, Silber und Blei, Silber, Quecksilber und Kupfer u. s. w. darstellt.

Von den Bleierzen enthält der Bleiglanz, welcher bekanntlich aus Schwefelblei besteht, meist 0·01—0·33, in seltenen Fällen bis zu 1 Procent Silber. Weißbleierz führt ebenfalls Silber, aber stets in so geringen Mengen, daß die Ausbringung nicht lohnt. Auch Zinkerze führen Silber, und zwar gewisse mexikanische Erze solche Mengen, daß das Silber mit Nutzen abgeschieden wird. Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz sind arm an Silber, dagegen enthalten jene Kupfererze, welche man als Fahlerze zu bezeichnen pflegt, in der Regel größere Mengen, und in manchen derselben steigt der Silbergehalt bis auf 31 Procent. Auch Antimonerze, gewisse Eisenkiese, Wismuth-, Arsen- und Kobalterze enthalten meistens Silber; zum Unterschiede von den eigentlichen Silbererzen werden diese als Silber-Dürrerze bezeichnet und je nach der Beschaffenheit kiesige, blendige, Fahlerz-Dürrerze u. s. w. genannt. Ob aber solche Erze zur Abscheidung des Silbers geeignet sind, d. h. ob der Werth des gewonnenen Silbers größer ist als die Productionskosten, dies muß in jedem speciellen Fall entschieden werden, und es lassen sich, Angesichts des schwankenden Silbergehaltes dieser Mineralien, hierüber keine bestimmten Normen aufstellen.

Die Fundstätten des Silbers sind weitaus zahlreicher als jene des Goldes, wir müssen uns daher darauf beschränken, die wichtigsten derselben anzuführen.

Oesterreich-Ungarn hat in Přibram in Böhmen seine reichste Silbergrube; diese ist bekannt durch den Schacht, welcher die Tiefe von 1000 Meter schon überschritten hat. Minder ergiebige Silberwerke finden sich ferner noch zu Joachimsthal in Böhmen, in Tirol u. s. f. Ungarn hat reiche Silberlager zu Schemnitz und Kremnitz, deren wir schon an früherer Stelle gedachten.

In Deutschland haben wir zunächst das berühmte Ganggebiet zu Frei-
in Sachsen, jene altehrwürdige Stätte bergmännischer Thätigkeit zu
nen, welche auf die Entwickelung des Bergbaues nicht blos in ganz Deutsch-
sondern in der ganzen Welt Jahrhunderte hindurch den segensreichsten Ein-
usübte. Freiberg bildete aber nicht nur im vergangenen Jahrhunderte den
ngspunkt der berg-
schen und geogno-
Wissenschaft —
Zacharias Werner
ssor in Freiberg
haben wir schon
nt — sondern es
auch jederzeit ein
ndes Vorbild da-
welch segensreichen
ß die kluge Be-
g theoretischer Er-
se der Naturwissen-
auf die Praxis zu
n vermag. Der
bergbau, welcher
seit sieben Jahr-
rten betrieben wird,
sich in bedeutender
trotzdem hat man
r verstanden, die
für Jahr producirte
menge auf der
n Höhe zu erhalten.
Werth des von
rg in den Jahren
–1896 gelieferten
s wird auf min-
854 Millionen
angegeben, und



Stoßbohrmaschine vor Ort in der Grube »Gesegnete Bergmannshoffnung«, Fundgrube zu Ober-Gruna bei Freiberg i. S. Zu Seite 521.

Bedeutung dieser Bergbaudistrict und die damit verbundenen Hüttenwerke
, wird erst recht klar, wenn wir bedenken, daß neben diesen Silbermengen
noch enorme Quantitäten Blei, Kupfer, ferner Schwefelsäure, Kupfersulfat,
u. s. f. producirt wurden. In Freiberg ist man eben bestrebt, nichts verloren
hen, und deshalb gehört in bergmännischer Beziehung dieser Ort zu den
tivsten der Welt. Das Wahrzeichen Freibergs ist aber der 140 Meter hohe

Schlot, welcher auf einem Hügel, einige Kilometer von der in einer tiefen Thalmulde gelegenen Hüttenwerksanlage, zu dem Zwecke erbaut wurde, um die der Vegetation schädlichen Gase in höhere Luftschichten zu entführen.

Das nächst wichtigste Productionsgebiet für Silber ist in Deutschland der ebenfalls Jahrhunderte alte Bergbau zu St. Andreasberg, am südwestlichen Ende des Brockens im Harze gelegen.

Spanien, in alter Zeit durch seinen Silberreichthum berühmt, lieferte bis in die neuere Zeit nur sehr wenig Silber, bis im Jahre 1839 die Silbergruben der Siena Almagnera in der Provinz Almasia und 1847 die Silbergruben von Hiendulencina in Guadalajara erschlossen wurden.

Schweden und Norwegen besitzen altberühmte Silbergruben zu Falun, Sahla, Goldsmedsbyth und Kongsberg; das letztere Silberbergwerk producirt jährlich etwa 3470 Kgr. In England wird Silber namentlich aus silberhaltigem Bleiglanze gewonnen, die betreffenden Bergwerke finden sich hauptsächlich auf der Insel Man und in Cornwall. Das Silbervorkommen in Amerika haben wir schon erwähnt und auch des Umstandes gedacht, daß die größte Silbermenge Nordamerikas Nevada producirt. Die Minen Nevadas sind gleichzeitig aber auch die ergiebigsten der Erde.

Es würde uns zu weit führen und den Rahmen dieses Buches bedeutend überschreiten, wollten wir nun auch alle interessanten Silberbergwerke der Welt Revue passiren lassen. Aus der großen Zahl derselben wollen wir jedoch ein Gebiet herausgreifen, welches bis nun eigentlich wenig Beachtung fand, und doch eine gewisse, wenn auch höchst traurige Berühmtheit besitzt. Es sind dies die ostsibirischen Silberminen, die, gleich den Goldminen zu Kara, auch erst durch die Schilderungen des amerikanischen Reisenden Kennan bekannt wurden.

Diese Silberminen, welche sich über tausende von Quadratmeilen ausbreiten, liegen in einer wilden, öden Berggegend, welche als der Silberminendistrict von Nertschinsk bezeichnet wird. Im Süden wird dieses Gebiet durch die Mongolei begrenzt, und es nimmt das durch die Schilka und den Argun gebildete unregelmäßige Dreieck ein, gerade dort, wo diese sich mit dem Amur vereinigen. Schon den Urbewohnern Sibiriens war das Vorkommen von Silber- und Bleierz in jener Gegend bekannt, und die ersten russischen Erforscher jenes Landstriches fanden schon Spuren des primitiven Bergbaues jener in der Nähe des Argun. Griechisch Ingenieure, im Dienste der russischen Regierung, gründeten 1700 an der mongolisch Grenze die Nertschinskwerke, und noch vor dem Ende des Jahrhunderts ware in mehr als zwanzig Orten zwischen dem Argun und der Schilka zahlreiche Schäch abgeteuft und acht Schmelzöfen zur Gewinnung des Silbers errichtet worden. D Minen wurden zuerst von Bauern aus anderen Theilen Sibiriens betrieben, di gezwungen wurden, sich dort niederzulassen, wo ihre Hilfe erforderlich war; abe schon im Jahre 1722 waren sie zum größten Theile durch solche Deportirte au den russischen Gefängnissen ersetzt, die zu schwerer Arbeit verurtheilt wurden

Seit jener Zeit arbeiteten in den Minen theils colonisirte Bauern, theils zur Zwangsarbeit verurtheilte gemeine Verbrecher.

Kennan besuchte die Mine von Algaschi und liefert von dem dort Gesehenen — nebst einer eingehenden Schilderung der Gefängnisse, welche womöglich noch abstoßender sind als die in Kara geschauten — eine sorgsame Beschreibung. Er sagt:

»Wenn wir erwartet hätten, bei der Mine von Algaschi die Gebäude, die Dampfmaschinen, die Aufzüge und Stampfmühlen zu finden, welche ein amerikanisches Bergwerk charakterisiren, so wären wir hier sehr enttäuscht gewesen. Wir bemerkten ein Pulvermagazin, einen überwölbten Kerker zur Bergung des Dynamits, ein paar Hütten, ein niedriges Blockhaus zur Aufbewahrung der Werkzeuge, das zugleich als Schmiede diente, eine Werkstatt zum Repariren der Utensilien, einen Raum zum Zerkleinern und Sortiren des Erzes und ein Wachhaus. In diesem befanden sich ein halb Dutzend Verurtheilte, mit Einschluß von zwei oder drei Frauen, welche mit kurzen Hämmern Erz ausbrachen und in Haufen sortirten.«

»Herr Nesterof schien keine Lust zu verspüren, mit einzufahren; er übergab uns einem Sträflinge, der uns alles Sehenswerthe zeigen würde. Nun gab uns unser Führer ein Talglicht in die Hand, blos mit einem Stückchen Papier umwickelt, versah sich selbst mit einem solchen, steckte ein halbes Dutzend Dynamitpatronen in seinen Schafpelz, so daß oben aus der Brusttasche die langen weißen Zündschnüre heraushingen und erklärte darauf, er wäre bereit. Wir folgten ihm, stiegen wohl hundert Meter den Berg hinauf und betraten durch eine niedere Holzthür einen langen horizontalen Gang, der mit Holzverzimmerung versehen war und einen primitiven Bohlenbelag besaß. Wir hielten einen Augenblick an, um die Lichter anzuzünden und tasteten uns in gebückter Stellung an der niederen Galerie entlang. Unser Führer stolperte auch wohl einmal, so daß ich fürchtete, er würde über die losen Bohlen fallen und die Flamme seines Lichtes dabei in Berührung mit den baumelnden Zündschnüren seiner Dynamitpatronen bringen.«

»Ungefähr 150 Fuß vom Eingange gelangten wir zu der dunklen, unverwahrten Oeffnung des Hauptschachtes, aus welchem eine alte, eisbedeckte Leiter hervorsah. Hier kletterte der Sträfling, gewandt durch Uebung, hinunter und rief uns zu, wir sollten uns in Acht nehmen, es fehlten ein paar Sprossen und die Leitern stünden einander diagonal gegenüber, so daß ein langer Schritt quer über den Schacht, von der untersten Sprosse der einen Leiter bis zur obersten der anderen nöthig wäre. Doch fürchteten wir uns nicht halb soviel vor dem Fallen, als vielmehr davor, durch eine zufällige Entzündung seiner Dynamitpatronen in Atome zerschmettert zu werden. Mir standen immer noch die geisterhaften Gestalten vor Augen (durch Dynamit verunglückte Sträflinge, die Kennan im Gefängnißlazareth gesehen), die dort drüben unter blutigen Laken im Hospitale lagen. Immer und immer wieder mußte ich hinabschauen auf das schwankende Licht des Führers und die in nächster Nähe der Flamme lustig hin und her baumelnden Zünd-

schnüre. Dabei mußte ich fortwährend daran denken, wie ich mich selbst wohl ausnehmen würde auf einem jener schmutzigen Lager, wenn ich unter ‚chirurgischer Behandlung‘ — vielleicht auch als Leichnam — dort ausgestreckt läge.«

»Nur langsam gings abwärts in die Tiefen der Mine; zuweilen auf Leitern, zuweilen an schlüpfrigen, eingekerbten Stämmen; ich bemerkte einen eigenthümlich unangenehmen Geruch, vielleicht war's vom Dynamit in einer anstoßenden Galerie. Unsere Lichter brannten blau und gingen schließlich alle aus. Streichhölzchen wollten gar nicht zünden, und so befanden wir uns in vollkommenem Dunkel über einem tiefen Abgrund, an einer morschen Leiter hängend.«

»Wir waren froh, als wir uns bei dem Lichte ungezählter Streichhölzchen zwei bis drei Leitern tiefer an die Mündung einer Galerie getastet hatten, wo unsere Lichter wieder brannten. Während wir diesen Gang mehr als 100 Meter entlang schritten, mußten wir hie und da über Haufen glänzender Erze klettern, welche die Sträflinge in kleinen Handkarren zu einer der Aufzugsstelle schafften. Die Temperatur war überall unter Null und viele Stellen der Wände und der Decke dick mit Eiskrystallen besetzt, die bei Licht wie Edelsteine funkelten. Durch ein Labyrinth niedriger, schmaler Gänge gelangten wir an einen anderen Schacht, stiegen wiederum eine Reihe morscher, eisiger Leitern hinab und hatten nun den tiefsten Theil des Bergwerkes erreicht. Sechs oder acht Männer waren hier beschäftigt, das Erz zu fördern und Löcher zu bohren. Ihr Werkzeug war das denkbar primitivste, und die Art, wie sie es handhabten, würde einem Nevadabergmann ein spöttisches Lächeln abgezwungen haben. In der verdorbenen Luft gingen unsere Lichter beinahe ebenso schnell aus, als sie angezündet wurden, und nirgends war eine Vorrichtung zur Lufterneuerung zu entdecken. Der einzige Ventilationsapparat war eine Art eiserne Spreufege, ein Windradgebläse oder Wolf, der durch einen einzigen Verbannten mit einer plumpen hölzernen Kurbel in Bewegung gesetzt wurde und ein solch rumpelndes Geräusch verursachte, daß man dasselbe im ganzen unteren Theile des Bergwerkes vernahm. Da keine Abzugsstollen vorhanden waren, war die Maschine ganz nutzlos; sie bewegte nur in unmittelbarer Nähe die Luft ein wenig und diesen Erfolg hätte der arme Sträfling ebensogut durch das Drehen eines Schleifsteines erreichen können.«

»So hatten wir denn eine halbe Stunde die Minen durchwandert, an ve[illegible] schiedenen Punkten die Silberadern geprüft, einige Proben des Erzes gesamme[illegible] die in ihrem Schafpelz arbeitenden Sträflinge beobachtet, und kehrten nun zu[illegible] Aufgang des Hauptschachtes zurück, um mühsam auf dreißig oder vierzig Leite[illegible] und eingekerbten Stämmen das Tageslicht und das Werkhaus zu erreichen. .[illegible]

Die Gewinnung des Silbers aus seinen Erzen erfolgt je nach der Nat[illegible] derselben auf verschiedene Weise, im Allgemeinen lassen sich drei Arten unterscheide[illegible] Entweder legirt man es mit Blei, indem man die Erze mit diesem Metalle od[illegible] mit Bleiglanz schmilzt, wobei man in gleicher Weise verfährt, wie bei der Bl[illegible] arbeit, das silberhaltige Blei wird dann bei Luftzutritt geschmolzen, um es zu o[illegible]

diren, oder man amalgamirt das Silber mit Quecksilber und entfernt letzteres durch Destillation. Das dritte Verfahren endlich besteht darin, daß man das Silber in ein lösliches Salz überführt und die Lösung desselben in geeigneter Weise ausfällt.

Das erste Verfahren, die Legirung des Silbers mit Blei, wird gewöhnlich als **Treibarbeit** bezeichnet. Der hierzu verwendete Treibherd ist ein Gebläseflammofen mit flachem Herde, dessen Sohle mit Mergel ausgeschlagen ist. Der Feuerraum ist von dem eigentlichen Herde durch eine Brücke getrennt, durch Regu-



Treibherd. Zu Seite 525.

lirung des Gebläsewindes vermag man das Feuer nach den verschiedenen Stellen des Herdes zu dirigiren, sowie auch dessen Ausbreitung und Intensität zu reguliren. Das zu verarbeitende Materiale wird durch eine seitliche Oeffnung eingetragen, durch eine andere Oeffnung wird das entstehende Bleioxyd, die Bleiglätte, abgezogen. Der Herd ist mit einer an einem Krahne beweglichen Haube aus Eisenschienen, die mit Thon ausgeschlagen sind, verschlossen, nach jeder Operation wird dieselbe abgenommen.

Zunächst schmilzt das Blei unter der Einwirkung des Feuers, wobei sich unter dem oxydirenden Einflusse desselben vorerst ein unreines Bleioxyd, der Abstrich, bildet. Im weiteren Verlaufe des Processes entsteht dann reine Bleiglätte, welche zum größten Theile abfließt, zum geringsten von der porösen Auskleidung des Herdes aufgesogen wird. Die Menge des Bleies vermindert sich somit immer mehr und der noch vorhandene Antheil wird immer reicher an Silber. Ist schließlich die Operation dem Ende nahe, so überzieht sich das hinterbleibende Silber

mit einer dünnen, in allen Farben des Regenbogens schillernden Haut, welche, sobald die Oxydation vollkommen beendet ist, zerreißt und die glänzende Oberfläche des geschmolzenen Silbers, den »Silberblick«, erscheinen läßt. Dieses Blicksilber wird dann nochmals unter Luftzutritt geschmolzen, um es von allen etwa noch vorhandenen oxydirbaren Metallen zu befreien, welcher Vorgang Feinbrennen heißt.

Dieses Verfahren ist jedoch nur dann geeignet, wenn das zu verarbeitende Blei mehr als 0·1 Procent Silber enthält. Im anderen Falle muß der Treibarbeit eine Anreicherung des Bleies an Silber vorausgehen, die entweder mittelst des schon bei Besprechung der Gewinnung des Bleies erwähnten Pattinson'schen Verfahrens oder aber durch Schmelzen mit Zink erzielt wird. Im letzteren Falle unterwirft man das Product unter Zusatz von Blei der Treibarbeit, oder man glüht es in Wasserdampf, wobei das Zink in Oxyd übergeht, und trennt dann das metallische Silber von dem Zinkoxyd durch Schlämmen mit Wasser.

Der Amalgamationsproceß wurde schon vor langer Zeit, im Jahre 1557, in Mexiko angewendet und hat sich auch bald in Peru und Chile eingebürgert, und zwar aus dem Grunde, da zu seiner Ausführung keine vorausgehenden Röstoperationen nöthig sind, deren Ausführung in jenen holzarmen Gegenden auf Schwierigkeiten stoßen würde. Die zu verarbeitenden Erze enthalten neben metallischem Silber auch Schwefelsilber und Chlorsilber nebst viel Gangart, und letztere kann, da fließendes Wasser in größerer Menge fehlt, nicht durch Schlämmen entfernt werden. Man geht daher in der Weise vor, daß man die Erze vollkommen vermahlt und sie dann mit Wasser zu einem feinem Schlamme anmacht. Dieser wird in einem mit Steinfließen ausgelegten Hof gebracht, mit 3—5 Procent Salz gemischt und durch Maulthiere zertreten gelassen. Des anderen Tages wird dann der »Magistral« zugefügt, es ist dies ein durch Rösten von Kupferkies erhaltenes unreines Kupfersulfat, Quecksilber zugegeben und durch Maulthiere abermals die innige Mischung bewirkt; die ganze Operation der eigentlichen Amalgamirung dauert je nach den Umständen 15—45 Tage. Schließlich befreit man durch Schlämmen mit Wasser das entstandene Silberamalgam von der Gangart, preßt das überschüssige Quecksilber ab und unterwirft es der Destillation, wobei poröses Silber hinterbleibt, welches umgeschmolzen und in Stangen gegossen wird.

Die Vorgänge, welche sich bei diesem Verfahren abspielen, sind noch nicht vollständig erklärt, jedenfalls entsteht zunächst durch Einwirkung des Kochsalzes auf das Kupfersulfat Kupferchlorid, und letzteres verwandelt das Silbersulfid in Chlorsilber. Indem aber dabei das Kupferchlorid Chlor an das Silber abgiebt, geht es selbst in Kupferchlorür über, dieses löst sich in der Kochsalzlösung und vermag dann eine weitere Menge Schwefelsilber in Chlorsilber überzuführen, wobei schließlich Schwefelkupfer entsteht. Wirkt dann weiter Quecksilber auf das Chlor-

silber ein, so wird letzteres zu Metall reducirt, welches sich im Quecksilber löst, ein Theil des Quecksilbers nimmt aber das ursprünglich mit dem Silber verbundene Chlor auf, und geht hierdurch in Quecksilberchlorür, Calomel, über. Dieses ist ein vollständig unlösliches weißes Pulver, und der in Calomel übergegangene Theil des Quecksilbers ist für die weitere Silbergewinnung verloren, weshalb dieses Verfahren sehr kostspielig ist.

Das Amalgamationsverfahren, welches, wie schon erwähnt, ursprünglich in Mexiko zur Anwendung gelangte und dort in mancher Beziehung durch die localen Verhältnisse begründet war, wurde zu Ende des XVIII. Jahrhunderts auch in Schemnitz, sowie in Freiberg und im Mansfeldischen eingeführt. Besonders an den beiden letzteren Orten erfuhr es manche Verbesserung, doch hat man es ebenfalls, als zu theuer, verlassen und ist zur Treibarbeit zurückgekehrt, was umso leichter möglich war, als diese Art der Darstellung des metallischen Silbers durch den Pattinsonproceß und ähnliche Verfahren wesentlich verbilligt wurde.

Dort, wo das Silber nicht ausschließlich durch die Treibarbeit gewonnen wird, sind, in Europa wenigstens, jetzt allgemein die hydrometallurgischen Processe in Anwendung. Diese bestehen darin, daß das Silber in geeigneter Weise in ein lösliches Salz übergeführt, dieses in Lösung gebracht und schließlich gefällt wird. Hauptsächlich werden arme Erze nach diesen Verfahren verarbeitet, da sie nicht nur sehr billig sind, sondern auch den größten Theil des Silbers zu gewinnen gestatten.

Das älteste derartige Verfahren wurde von Augustin angegeben, es besteht darin, daß die Erze zunächst für sich, dann aber unter Zugabe von Kochsalz geröstet werden, wodurch man das Silber in Chlorsilber überführt. Die Röstmasse wird dann in geeigneten Vorrichtungen mit Kochsalzlösung behandelt, wobei sich das Chlorsilber löst. Läßt man diese Lösung dann über Kupferspäne fließen, so wird das Silber als feines Pulver gefällt, dieses wird mit verdünnter Schwefelsäure gewaschen, um alle fremden Metalle zu entfernen, getrocknet und im Flammofen zusammengeschmolzen. Nach dem Ziervogel'schen Vorgange werden zunächst Kupfersteine hergestellt, welche aus den Schwefelverbindungen des Kupfers, Eisens und Silbers bestehen; werden diese dann geröstet, so erhält man das Silber als Sulfat, das ist als schwefelsaures Silberoxyd. Dieses ist in Wasser löslich und die Lösung wird dann ebenfalls in geeigneter Weise gefällt.

Sehr bedeutende Silbermengen werden in neuerer Zeit auf elektrolytischem Wege gewonnen, und zwar aus dem sogenannten Schwarzkupfer. Dieser Proceß hat nicht nur den Vortheil, daß dabei alles mit dem Kupfer legirte Silber und Gold gewonnen wird, sondern man erhält gleichzeitig auch sehr reines Kupfer. Man erreicht dies in der gleichen Weise, wie die Abscheidung des reinen Kupfers auf elektrolytischem Wege, die wir schon besprochen haben. Hängt man nämlich abwechselnd Platten von Schwarzkupfer und von reinem Kupfer in ein angesäuertes Bad von Kupfervitriol, und läßt man den elektrischen Strom in der Richtung vom

Schwarzkupfer zum reinen Kupfer gehen, so schlägt sich auf letzterem reines Kupfer nieder, während das Silber und Gold theils an der Anode, dem Schwarzkupfer, als loses Pulver hängen bleibt, theils zu Boden fällt. Dieses Silber ist in der Regel so goldhaltig, daß die Gewinnung des Goldes lohnend wird, man unterwirft es dann der Affination, wobei Silber und Gold getrennt werden.

Das Silber ist ein rein weißes, sehr dehnbares Metall, welches nicht nur die Wärme, sondern auch die Elektricität von allen Metallen am besten zu leiten vermag. Der Schmelzpunkt liegt bei 954°; im geschmolzenen Zustande vermag das Silber bedeutende Mengen von Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen. Kühlt dann das Silber aus, so wird der Sauerstoff, der mit dem Silber nicht chemisch verbunden, sondern von demselben nur fest gehalten war, wieder ausgestoßen. Da aber die Menge des absorbirten Sauerstoffes etwa das 22fache Volumen des Silbers betragen kann, so geht die Ausstoßung des Gases unter besonderen Erscheinungen von Statten, welche man als das Spratzen bezeichnet. Besonders wenn man das Erstarren größerer Silbermengen beobachtet, bietet diese Erscheinung ein ebenso anziehendes, als interessantes Schauspiel. Zunächst bildet sich auf dem langsam erstarrenden Silber eine feste Kruste, welche jedoch bald zerreißt und noch flüssiges Metall durchtreten läßt. Bald jedoch wird die entstehende Kruste widerstandsfähiger, dann werden kleine Blasen aufgetrieben, die endlich platzen und Sauerstoff austreten lassen. Dabei bemerkt man das darunter befindliche noch flüssige Silber in lebhafter Wallung und dasselbe tritt durch die entstehenden kleinen, Kratern sehr ähnlichen trichterförmigen Erhebungen aus. Je mehr die Erstarrung fortschreitet, desto heftiger werden die Explosionen, welche das Platzen jeder Blase begleiten; kleine Silbertröpfchen werden umhergeschleudert, überhaupt bekommt man das Bild eines Vulcanes im Kleinen, wobei das schon erstarrte Silber die Erdrinde, das noch flüssige aber die Lava vorstellt.

Die hauptsächlichste Verwendung findet das Silber zur Prägung von Münzen, sowie zur Herstellung von Schmuck- und Kunstgegenständen. Gleich dem Golde wäre für diese Zwecke aber auch reines Silber zu weich, deshalb wendet man Legirungen an, welche eine größere Härte und daher eine bedeutendere Widerstandsfähigkeit gegen Abnützung besitzen. Die am häufigsten gebrauchte Legirung wird durch Zusammenschmelzen von Silber mit Kupfer hergestellt; sie ist nicht nur härter als Silber, sondern auch leichter schmelzbar, und besitzt die Eigenschaft, sich weitaus besser prägen und formen zu lassen als reines Silber. Der Silbergehalt einer solchen Legirung wird, gleich dem Golde, nach Tausendsteln bestimmt.

Auch der Chemiker braucht zu manchen Operationen Silber, beziehungsweise Verbindungen desselben; die bekannteste ist wohl der sogenannte »Höllenstein«, der auch als Aetzmittel dient, er ist geschmolzenes salpetersaures Silberoxyd. Die wichtigste Anwendung des Silbers in der Technik besteht aber in der Versilberung von Metallgegenständen.

Ursprünglich war auch hier ausschließlich die Feuerversilberung in Gebrauch, welche in analoger Weise wie die Feuervergoldung ausgeführt wurde, indem man auf die zu versilbernden, vorher durch Benetzen mit Säuren gereinigten Metallgegenstände Silberamalgam auftrug und durch Erhitzen das Quecksilber verflüchtigte. Neben dieser stand aber auch die sogenannte kalte Versilberung vielfach in Anwendung. Gewisse Verbindungen des Silbers besitzen nämlich die Eigenschaft, sehr leicht reducirt, d. h. unter Abscheidung des Metalles zerlegt zu werden. Ein solches Präparat erhält man z. B., wenn man Chlorsilber in unterschwefligsaurem Natrium oder in Kochsalz und Weinstein löst; wird diese Lösung erwärmt und der zu versilbernde Metallgegenstand damit bestrichen, so scheidet sich das Silber als hellglänzender Ueberzug aus. Man gebraucht dieses Verfahren vielfach, um Scalen wissenschaftlicher Instrumente 2c. zu versilbern. Die meisten Gegenstände werden jedoch heute auf galvanischem Wege mit Silber überzogen.

Zur galvanischen Versilberung kann ein Bad dienen, welches man durch Auflösen von frisch gefälltem Chlorsilber in Cyankaliumlösung darstellt. Das Chlorsilber selbst erhält man, indem man eine Lösung von Silbernitrat mit Kochsalzlösung versetzt, es scheidet sich dann ein weißer, käsiger Niederschlag ab. Gegenstände, welche vor der Versilberung verkupfert werden, wie Stahl, Zinn und Zink, bringt man, um das bessere Anhaften des Silbers zu bewirken, aus dem Kupferbade sogleich in das Silberbad. Gegenstände aus anderen Metallen werden jedoch zuvor in ein Quecksilberbad gebracht. Dieses bereitet man durch Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd in Wasser und Zusatz von Schwefelsäure zu dieser Lösung, bis die anfänglich entstehende Trübung wieder verschwunden ist. In diesem Quecksilberbade verbleiben die Gegenstände so lange, bis sie vollkommen weiß geworden sind. Dann bringt man sie in das Silberbad und erzeugt durch einen schwachen Strom einen dünnen Ueberzug. Dann werden die Gegenstände herausgenommen, mit der Kratzbürste bearbeitet, gewaschen und zur weiteren Versilberung abermals in das Silberbad eingehangen. Die versilberten Waaren zeigen gewöhnlich matte Flächen und erhalten den Glanz erst durch Poliren mit dem Polirstahl, oder bei unebenen Flächen durch Bearbeitung mit Kratzbürsten. Damit sich das Silber gleichmäßig niederschlägt, müssen die Gegenstände von Zeit zu Zeit bewegt werden, dies besorgt manchmal ein Uhrwerk. In der Fabrik von Elkington wurde zufällig die Beobachtung gemacht, daß ein Zusatz von Schwefelkohlenstoff zum Silberbade die Abscheidung eines glänzenden Silberüberzuges bewirkt. Diese Beobachtung ist nicht nur deshalb werthvoll, da sie die glänzende Versilberung an solchen Stellen der Waare ermöglicht, welche schwer polirt werden können, sondern da hierdurch das Poliren überhaupt erspart und die Versilberung selbst wesentlich verbilligt wird.

Die Versilberung wird bei häufig im Gebrauche stehenden Gegenständen, wie beispielsweise bei Löffeln, im ausgedehntesten Maße angewendet. Da nun namentlich die Ränder und Kanten solcher Gegenstände einer starken und raschen Ab-

nützung unterliegen, so wird an diesen Stellen eine dickere Silberschicht niedergeschlagen. Dies kann in der Weise ausgeführt werden, daß man die bereits versilberten Waaren mit einem Firniß bis auf eben diese Stellen bedeckt und sie abermals in das Silberbad bringt, oder in der Weise, daß man die betreffenden Gegenstände in Guttaperchaformen einlegt, von welchen sie bis auf die hervorragenden Theile bedeckt werden. Die Ränder des verstärkten Niederschlages werden dann mit dem Polirstahle ausgeglichen.

Die oxydirte Versilberung, die vielfach zur Herstellung verzierter Gegenstände dient, besteht nicht in der Erzeugung von Silberoxyd, sondern in der Herstellung von schwarzem Schwefelsilber, der Ausdruck ist daher falsch gewählt. Die polirten Silber- oder versilberten Gegenstände werden in eine verdünnte Lösung von Schwefelammonium gebracht und mit dem positiven Pole verbunden, während die negative Elektrode durch einen Platindraht oder ein Platinblech gebildet wird. Der Gegenstand erhält dann einen schönen, stahlgrauen Ueberzug von Schwefelsilber, welcher durch Abreiben mit weichem Leder Politur erhält.

Häufig ist es von Werth, besonders um die Kosten der Versilberung zu bemessen, die Menge des niedergeschlagenen Metalles genau zu kennen. Um dies zu erfahren, kann man sowohl die Anode, die aus einer Silberplatte besteht, als auch die Waare vor und nach dem Galvanisiren wägen. Durch das Wägen der Anode erhält man jedoch nur annähernd richtige Zahlen, da nicht genau die gleiche Menge Metall an der Anode in Lösung geht, als sich an der Kathode niederschlägt. Das Abwägen der Objecte kann auch von Zeit zu Zeit während des Galvanisirens erfolgen, um Auskunft über die Menge des niedergeschlagenen Edelmetalles, beziehungsweise über die Dicke der erzeugten Schicht zu erhalten; hierbei kann aber die Versilberung (Vergoldung) sehr leicht fleckig und unschön werden. Dies wird durch die von Roseleur construirte Waage umgangen, welche es auch gestattet, genau eine vorher bestimmte Menge des Edelmetalles auf einem Gegenstande zur Abscheidung zu bringen. Diese Waage besitzt folgende Einrichtung:

Der Waagebalken einer empfindlichen Waage (siehe die Abbildung auf Seite 531) trägt an einem Ende die Waagschale S, an dem anderen einen an einem Bügel befestigten Metallring R; an diesem Ringe hängen an dünnen Drähten die einzelnen Gegenstände in dem Metallbade B. Auf derselben Seite des Waagebalkens, an welcher sich die Waagschale befindet, ist ein Metallstift m am Waagebalken angebracht, welcher in einen Quecksilbernapf n taucht. Dieser wird mit dem negativen Pole der Batterie verbunden, während der positive Pol durch eine von der Waage isolirte Klemmschraube mit der Anode a in leitender Verbindung steht. Die Verwendung dieser Waage geschieht in folgender Weise: Nachdem man die Gegenstände an dem Ringe R befestigt hat, bringt man die Waage durch Auflegen der Tara auf die Waagschale ins Gleichgewicht. Ist dies erreicht, steht also der Waagebalken horizontal, so taucht der Draht m nicht in

das Quecksilber, sondern befindet sich mit seinem Ende knapp oberhalb des Quecksilberspiegels. Hierauf legt man jenes Gewicht auf die Waagschale, welchem die niederzuschlagende Metallmenge entsprechen soll. Natürlich muß sich hierdurch die Waage auf der Seite des Gewichtes senken, und nun taucht der Metallstift auch in das Quecksilber bei n ein. Der Contact des Stiftes mit dem Quecksilber stellt den Stromschluß her, und die Metallabscheidung an den Gegenständen beginnt. Hat sich dann die gewünschte Metallmenge niedergeschlagen, so ist auch der Waagebalken wieder in seine normale, horizontale Lage gelangt. Da aber bei



Waage von Roseleur. Zu Seite 530.

dieser Stellung der Stift m außer Contact mit dem Quecksilber kommt, so wird der Strom unterbrochen und dadurch jede weitere Abscheidung von Metall verhindert. Dieser höchst sinnreichen Vorrichtung kann dann ferner noch ein Läutewerk beigegeben werden, welches zu ertönen beginnt, sobald die Versilberung beendet ist. Durch diesen Apparat ist man, genügende Empfindlichkeit der Waage vorausgesetzt, in der Lage, die niederzuschlagende Menge des Edelmetalles ganz genau zu bestimmen und hierdurch einer zu geringen, beziehungsweise zu starken Versilberung oder Vergoldung vorzubeugen.

Bei Besprechung der Anwendung des Quecksilbers haben wir schon darauf hingewiesen, daß dasselbe zur Belegung von Spiegeln Anwendung fand, daß

aber heute Quecksilberspiegel eine Seltenheit sind, da fast ausschließlich Silberspiegel hergestellt werden. Das Versilbern von Glas geschieht nun in der Weise, daß aus einer alkalischen Silberlösung verschiedene organische Körper das Metall niederzuschlagen vermögen, und zwar in Form einer fest zusammenhängenden, glänzenden Schichte, welche fest an dem Glase haftet. Dies wird beispielsweise nach Liebig's Vorschrift erreicht, indem man eine Mischung von schwefelsaurem Ammon, Silbernitrat und Natronlauge mit einer Reductionsflüssigkeit, bestehend aus Lösungen von Invertzucker und alkalischer Kupferlösung, in welcher das Kupfer durch Weinsäure in Lösung gehalten ist, vermischt. Man stellt die zu versilbernden Platten reihenweise in Kästen, und zwar derart, daß sich je zwei berühren, hierdurch erreicht man, daß der Silberniederschlag nur auf einer Seite erfolgt. Dann setzt man die Lösungen, welche erforderlichen Falles auf etwa 25° erwärmt wurden, zu. Soll der Niederschlag fest auf dem Glase haften, so ist erforderlich, daß dieses vorher sorgfältig gereinigt werde. Zur besseren Conservirung des Silberüberzuges wird derselbe gefirnißt oder auf galvanoplastischem Wege mit einer schützenden Hülle von Kupfer versehen....

Das dritte der Edelmetalle und auch gleichzeitig jenes, welches die Menschen erst sehr spät — Anfang des XVIII. Jahrhunderts — kennen lernten, ist das Platin. Mit Bezug auf seine Eigenschaften und seinem Verhalten chemischen Agentien gegenüber, ist das Platin unter allen Edelmetallen für die Technik von der größten Bedeutung. Während aber Gold und Silber verhältnißmäßig stark verbreitet sind und nur die Schwierigkeit der Gewinnung sie so theuer macht, ist das Platin ein sehr seltenes Metall, welches nur an wenigen Punkten der Erde gefunden wird. Die gesammte jährliche Production schwankt zwischen 2000 und 5000 Kgr. und dieser Umstand bringt es mit sich, daß der Preis des Platins niemals ein feststehender ist, sondern stets großen Schwankungen unterliegt.

Das Wort Platin stammt aus dem Spanischen und ist ein Diminutiv des Wortes plata, welches Silber bedeutet. Im Aussehen hat das Platin auch eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Silber, bezüglich der Eigenschaften und des Vorkommens ist es von diesem aber sehr weit verschieden.

Eigentliche Platinerze giebt es nicht, vielmehr kommt das Platin nur im gediegenen Zustande, jedoch niemals rein vor. Seine Begleiter sind aber die sogenannten Platinmetalle, Iridium, Rhodium, Ruthenium, Palladium und Osmium, mit denen es kleine Körner bildet, ab und zu werden jedoch auch größere Massen gefunden. Der größte, von Amerika gekommene Klumpen wird in Madrid verwahrt, er besitzt die Größe eines Gänseeies, wiegt aber trotzdem, da Platin ein sehr hohes specifisches Gewicht besitzt, 1640 Gran. Ein kleineres Stück amerikanisches Platin brachte A. v. Humboldt nach Europa, dasselbe befindet sich im Museum zu Berlin und wiegt 1088 Gran. Die Hauptfundorte des Platins sind Brasilien und Peru, sowie besonders die Abhänge des Ural. Hier findet es sich in größerer Menge nur an den westlichen, europäischen Abhängen, während

ie sibirischen, nach Osten gerichteten, Gold bergen. Die Platinseifen des Ural — as Platin findet sich nur höchst selten auf seiner ursprünglichen Lagerstätte — paren jedoch schon öfters die Fundorte größerer Platinklumpen, zu Nischne-Tagilsk wurde 1830 ein Stück im Gewichte von ungefähr 12 Kgr. gefunden.

Im Ural wird das Platin gleichzeitig neben Gold gewonnen, doch bildet ie Gewinnung mehr eine Art Hausindustrie der umwohnenden Bauern, und dies ringt es mit sich, daß das dort betriebene System des Gold- und Platinabbaues eradezu ein Raubbau genannt werden muß. Die Bauern lösen — wie F. Stahl erichtet — bei der Verwaltung des Gutes einen Erlaubnißschein und suchen ann an den Ufern der Bäche einen günstigen Ort auf. Hier wird ein 2 bis Meter tiefer Schurfschacht abgeteuft, und die verschiedenen Schichten werden uf Gold untersucht, wobei man sich der an einem Holzstiele befestigten, sehr raktischen, aus Eisenblech gefertigten Schüssel (Kowsch) bedient, welche etwa 5 Kgr. faßt. Die damit vorgenommene Waschung dauert eine bis zwei Minuten, nd der vorhandene Gold- oder Platingehalt zeigt sich sofort als helle Körnchen m Rande des Schlicks. Aus der Anzahl der Körnchen kann man auch sofort auf ie Abbauwürdigkeit schließen. Sodann wird ein kleiner Waschherd aufgestellt, der ort zu Lande etwa 3 Mark kostet. Es ist ein etwa 1/2 Meter breiter, 1 bis 1/4 Meter langer Holzkasten mit einem Boden von etwa 15° Neigung, am nteren Ende offen mit gewöhnlich drei bis vier, etwa 1 Zoll hohen Quer-äben versehen, die in die Seitenwände eingeklemmt werden. Am oberen Ende efindet sich eine nach unten muldenförmige Platte aus starkem Eisenblech, in elcher reihenweise Löcher von etwa 1 Centimeter Durchmesser angebracht sind. Oberhalb dieses Siebes, in dasselbe mündend, befindet sich eine hölzerne Rinne on etwas kleinerer Dimension in der Breite als der Herd, doch an 2 Meter ang. Hierher wird fließendes Wasser geleitet oder heraufgepumpt. Der goldhaltige Schlamm und das Geröll wird in die Rinne geschüttet und von oben herunter it Spaten tüchtig gerührt, wobei der ziemlich starke Wasserstrom den Lehm von en Steinen löst und beide auf das Sieb führt. Auch hier werden die Steine och tüchtig gerüttelt und von Zeit zu Zeit mit dem Spaten abgeworfen. Das Gold wird dabei durch die Querhölzer am Boden des Waschherdes zurückgehalten nd sammelt sich dort an. Auf solch einem Waschherde können in zehn Stunden is 4 Cbm. schlammhaltiges Geröll verwaschen werden. Am Ende der Operation erden, nachdem das Wasser bis auf ein Minimum abgeleitet ist, die Querhölzer uccessive von oben herunter weggenommen und der Schlick mit einem kleinen ölzernen, an einem Stiele befestigten Brettchen mit scharfer Kante von unten erauf geschoben, wobei man sich nebenbei auch noch einer kleinen Bürste bedient. Durch geschicktes Hin- und Herschieben des Schlicks gegen den Wasserstrahl wird allmählich aller Sand, selbst der immer vorhandene Magneteisensand, fortgeschwemmt, und das erwaschene Gold oder Platin bleibt allein auf dem Herde; dieses wird dann mit einer kleinen eisernen Schaufel aufgefangen und über glühenden Kohlen

getrocknet. Die ganze Feinwaschung erfordert nicht mehr als 15—20 Minuten Zeit. In der Goldwäsche Banny und der Platinwäsche Kytlym werden je ein großer Waschherd von der Verwaltung des Gutes betrieben; das Princip ist hier dasselbe, nur wird das Sieb durch einen großen, rotirenden, aus starkem Eisenblech gefertigten, durchlochten Cylinder ersetzt, an dessen oberem Ende das Geröll und der Schlamm eingeführt werden; ersteres wird am unteren Ende wieder abgeführt. Der gesammelte Schlick wird jeden Abend auf einem besonderen Feinwaschherde verwaschen. Auf diesen mit Wasserbetrieb versehenen Waschherden kann man 5—10 Cubikfaden pro Tag verwaschen.

Das Platin wurde zuerst durch den spanischen Mathematiker Antonio d'Ulloa im Sande des Flusses Pinto in Choco (Neugranada, Südamerika) neben Gold beobachtet, und schon im Jahre 1736 erhielt man von dieser Entdeckung in Europa Kenntniß, aber erst 1741 kamen die ersten Platinkörner nach England. In den folgenden Jahren befaßten sich viele Chemiker mit der Untersuchung des Platins, mit dem Studium seiner Eigenschaften und mit seiner Reinigung. Bei diesen Untersuchungen wurden die Platinmetalle, welche wir schon genannt haben, aufgefunden, und das Verdienst des französischen Chemikers Chabaneau war es, im Jahre 1780 ein Verfahren aufzufinden, welches die Ueberführung des Platins in Barren gestattet.

Trotzdem blieb das Platin lange Zeit mehr oder minder nur eine Curiosität, die eigentliche Platinindustrie datirt erst von jenem Zeitpunkte, als Wollaston das Schweißen dieses Edelmetalles lehrte, was im Jahre 1830 der Fall war. Später förderte die russische Regierung in hohem Maße die Gewinnung des Platins aus den reichen Lagern des Ural, und zu Petersburg wurde eine große Anstalt errichtet, deren Aufgabe in der Darstellung metallischen Platins bestand. In jener Zeit wurde der hohe technische Werth dieses Metalles aber noch nicht in entsprechendem Maße gewürdigt, daher war die Nachfrage auch sehr gering, und in Rußland sammelte sich ein großer Vorrath von Platin an, welcher etwa 450 Pud (ungefähr 180 Kgr.) betrug. Um diese relativ große Menge des seltenen Metalles nicht unbenützt liegen zu lassen, beschloß die russische Regierung, daraus Münzen zu schlagen, zu deren Annahme jedoch Niemand verpflichtet war. Da aber, der geringen Formbarkeit des Metalles wegen, sich die Prägungskosten sehr hoch stellten, da ferner der Werth dieser Münzen nicht richtig gewürdigt wurde, und da endlich auch der Münzwerth, dem raschen Wechsel des Platinpreises entsprechend, nicht stabilisirt werden konnte, zog man im Jahre 1845 diese Münzen wieder ein. Nun sank die Platinproduction Rußlands, die ursprünglich circa 100 Pud pro Jahr betragen hatte, auf ungefähr 40 Pud, sie hob sich jedoch wieder, als 1858 ein rasches Steigen der Platinpreise eintrat, und man sich abermals mit dem Gedanken trug, die geradezu enormen Platinvorräthe der Petersburger Münze — man erzählt von 900 Pud à 409·5 Gr. — zu vermünzen. Eine Commission von Fachleuten sprach sich jedoch gegen dieses Project aus, die Regierung gab daher, um

diesem Metalle größere Bedeutung zu verleihen, die Platinindustrie frei, und nun gewann dieses Metall eine sich von Tag zu Tag steigernde Bedeutung.

Um das Platin für die Zwecke der Technik tauglich zu machen, muß es einer sorgfältigen Reinigung unterzogen werden. Sie erfolgt zunächst durch das Verwaschen des platinführenden Sandes, den Platinkörnern wird dann das Gold durch Quecksilber, das Eisen durch Magnete entzogen. Dieses Rohplatin enthält dann ungefähr 76 Procent reines Metall, welchem die Platinmetalle, ferner Gangart beigemengt sind. Die weitere Reinigung des Metalles geschieht auf nassem oder trockenem Wege.

Zur Darstellung des Platins auf nassem Wege behandelt man das Gemenge der Metalle mit nicht zu concentrirtem Königswasser und fällt die erhaltene Lösung mit Salmiak. Es entsteht dann ein gelber Niederschlag von Ammoniumplatinchlorid, Platinsalmiak, welcher nur sehr geringe Menge Iridium beigemengt enthält, die übrigen Platinmetalle bleiben in Lösung. Der Platinsalmiak wird nach dem Waschen mit kaltem Wasser getrocknet und durch Erhitzung zersetzt, es hinterbleibt metallisches Platin in feinster Vertheilung, sogenannter Platinschwamm. Dieser wird in besonderen Formen zu Cylindern gepreßt, welche nach dem Erhitzen auf hohe Temperatur auf dem Amboße geschweißt werden.

Nach dem Verfahren von Deville gelingt es, das Platin aus seinen Erzen auf trockenem Wege zu isoliren. Zu diesem Zwecke werden die Erze mit Blei oder mit Bleiglanz geschmolzen, wobei sich das Osmium abscheidet, durch Abtreiben wird dann eine sehr platinreiche, jedoch noch bleihaltige Masse erhalten. Wird diese dann in einem Kalktiegel einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, so verflüchtigen sich die meisten fremden Metalle und es hinterbleibt eine Legirung von Platin, Rhodium und Iridium, welche sogar bessere Eigenschaften, als das reine Platin besitzt, sie ist härter als dieses und widerstandsfähiger gegen chemische Agentien. Zur Schmelzung des Platins benützte Deville einen Ofen, der aus zwei aufeinandergelegten ausgehöhlten Kalkstücken bestand. Durch eine Oeffnung wird ein Knallgasgebläse eingeführt, und die durch dasselbe entwickelte Hitze ist so groß, daß sie ausreicht, das Platin zu schmelzen, trotzdem der Schmelzpunkt desselben über 200° liegt.

Das Platin besitzt in gleicher Weise wie das Silber die Eigenschaft, im geschmolzenen Zustande Sauerstoff zu verschlucken und beim Erkalten wieder abzugeben. Auch das Palladium vermag Gase, besonders Wasserstoff, zu absorbiren, jedoch nur bei gewöhnlicher Temperatur, durch Erhitzen werden sie ausgetrieben. Besonderes Vermögen, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und zu verdichten, besitzt jedoch fein vertheiltes metallisches Platin, der sogenannte »Platinschwamm«. Leitet man auf diesen Wasserstoffgas, so wird dieses so lebhaft oxydirt, daß es sich entzündet.

Von diesem Verhalten machte Döbereiner bei Construction seiner Zündmaschine Anwendung. Jetzt ist diese Vorrichtung, welche aus einem kleinen Wasser-

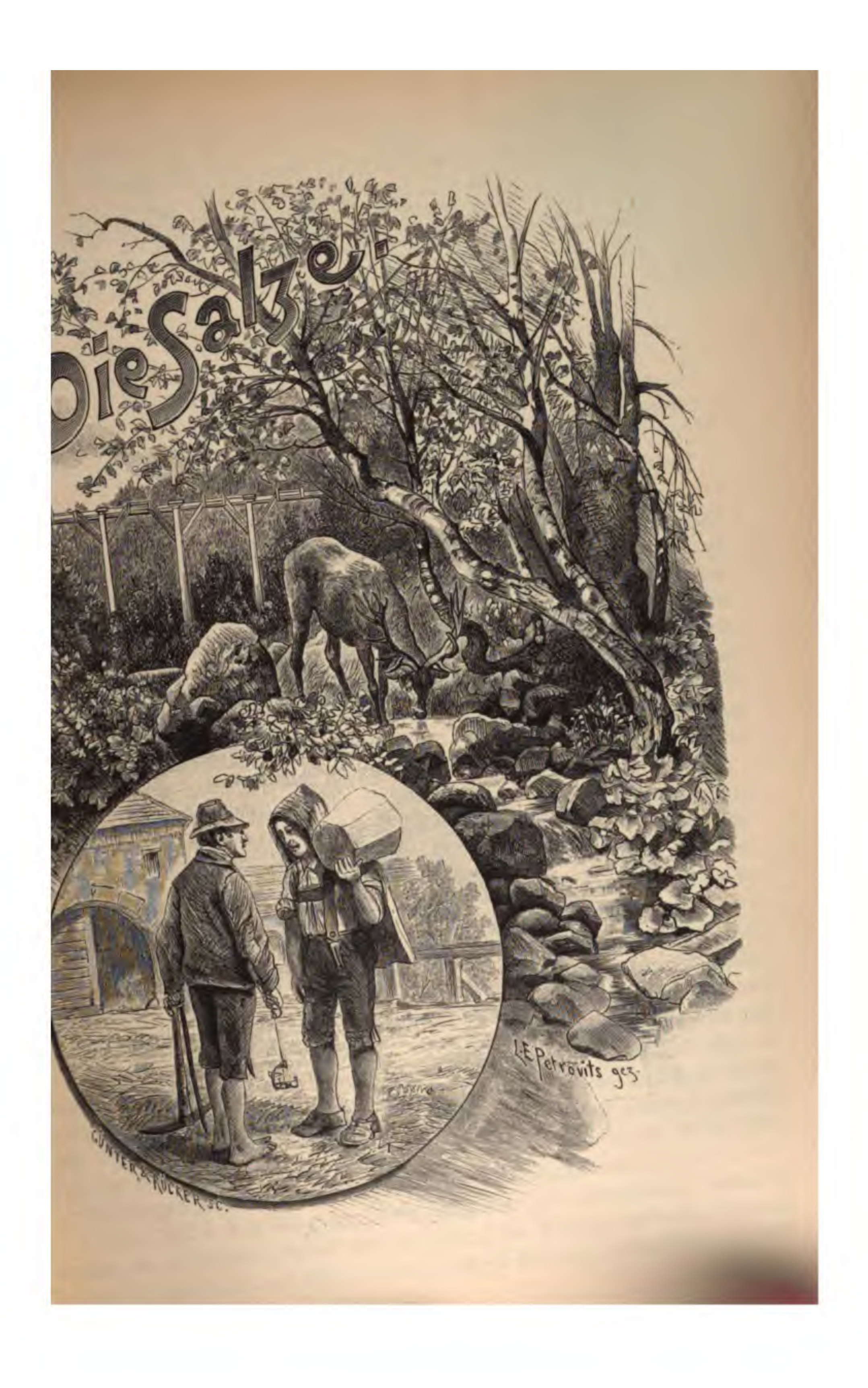
stoffentwickelungsapparate besteht und der austretende Wasserstoff durch Berührung mit Platinschwamm entzündet werden kann, wohl nur mehr als Spielerei auf Rauchtischen zu treffen, zu jener Zeit aber, als die Phosphorzündhölzchen unbekannt waren und man sich entweder noch des Stahles und Steines oder der umständlichen Tunkfeuerzeuge bedienen mußte, machte diese Erfindung, die es gestattete, mühelos und sicher Feuer zu erhalten, großes und berechtigtes Aufsehen.

Heute dient der allergrößte Theil des Platins zur Anfertigung verschiedener Geräthschaften, deren die Chemiker und gewisse Zweige der chemischen Industrie benöthigen. Besonders dem Chemiker ist das Platin ein geradezu unersetzlicher Körper geworden. Und zwar aus dem Grunde, da Platin äußerst schwierig schmelzbar ist, und da es ferner eine große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien besitzt. Gegen concentrirte Schwefelsäure ist es vollkommen indifferent, desgleichen gegen geschmolzene kohlensaure Alkalien, durch Flußsäure wird es nicht im mindesten angegriffen und **Liebig** sagte mit Recht in seinen »Chemischen Briefen«:

»Ohne Platin wäre eine Mineralanalyse nicht ausführbar. Das Mineral muß aufgelöst, es muß aufgeschlossen, d. h. es muß zur Auflösung vorbereitet werden. Glas und Porzellan, alle Arten von nichtmetallischen Schmelztiegeln werden durch die zur Aufschließung dienenden Mittel zerstört. Tiegel von Gold und Silber würden in hohen Temperaturen schmelzen; das Platin ist wohlfeiler als Gold und dauerhafter als Silber, in den gewöhnlichen Temperaturen unserer Oefen unschmelzbar, es wird durch Säuren, es wird von kohlensauren Alkalien nicht angegriffen, es vereinigt in sich die Eigenschaften des Goldes und des unschmelzbaren Porzellans. Ohne Platin würde heute vielleicht die Zusammensetzung der meisten Mineralien unbekannt sein.«

Sehr wichtig ist ferner das Platin für die Fabrikation der Schwefelsäure. Wohl kann man Schwefelsäure in Bleigefäßen concentriren, doch nur bis zu einem gewissen Grade, ist dieser erreicht, so löst sich auch das Blei in der Säure, wodurch diese verunreinigt würde. Man nimmt daher schließlich die Concentration in großen Kesseln aus Platin vor, deren Werth oft fünfzehn- bis zwanzigtausen[illegible] Gulden beträgt. . . .

Somit haben wir nun die Edelmetalle auf ihrem Lebenslaufe verfolgt. Wi[illegible] lernten ihr Vorkommen und ihre Gewinnung kennen, ihre Bedeutung für unser[illegible] Cultur und für die Technik. Gold und Silber sind heute der bequemste Werthmesser, über den wir verfügen, sie sind es, in deren Besitz die meisten Mensche[illegible] das Glück zu finden hoffen. Nur das dritte der Edelmetalle, das bescheiden[illegible] Platin, geht ungestört seiner Wege. Und doch ist es jenes Edelmetall, welche[illegible] wirklichen, wahren und dauernden Werth für das Menschengeschlecht besitzt. Gol[illegible] und Silber ließen sich in geeigneter Weise ersetzen, würde heute alles Platin vo[illegible] der Erde verschwinden — es wäre ein großer Schade für die Menschheit, den[illegible] Gold und Silber vermögen nimmer diese vortrefflichen Eigenschaften zu entfalte[illegible] die wir dem Platine nachrühmen konnten. . . .


Die Salze.
L. E. Petrovits gez.
GÜNTER & KÜCKER SC.



... »Doch über Alles preis' ich den gekörnten Schnee,
Die erst' und letzte Würze jedes Wohlgeschmacks,
Das reine Salz, dem jede Tafel huldigt.«

Goethe.

Von all den Stoffen, welche das Mineralreich den Menschen bietet, sind es besonders drei, die den größten Einfluß auf unseren Culturzustand genommen haben, ja ohne welche derselbe überhaupt nicht denkbar wäre: Eisen, Kohle und Salz. Während aber die beiden ersten nur indirect dem Menschen zu nützen vermögen, ist das Salz ein wesentlicher Factor seines leiblichen Wohlbefindens, es spielt nämlich eine höchst bedeutsame Rolle hinsichtlich der Ernährung. Denn das Salz ist nicht allein eine Würze der Speisen, die es erst schmackhaft macht, sondern im Organismus selbst nimmt es eine wichtige Stellung ein: es liefert die Salzsäure des Magensaftes und scheint auch in sehr inniger Beziehung zum Zellbildungsproceß zu stehen.

Hauptsächlich für eine zum größten Theile aus Vegetabilien bestehende Kost ist das Kochsalz eine unentbehrliche Zugabe, denn mit einer erhöhten Aufnahme von Kali findet auch eine erhöhte Abscheidung von Natron aus dem Körper statt. Da nun aber die Vegetabilien ungemein reich an Kalisalzen sind, so würde bei ausschließlicher Pflanzennahrung der Körper an Natronsalzen verarmen, wenn dieser erhöhte Abgang eben nicht durch eine gleichzeitige Zufuhr von Kochsalz ersetzt würde. Solchen Völkerschaften, welche sich ausschließlich von pflanzlicher Nahrung nähren, ist daher das Kochsalz ein kostbares Nahrungsmittel, während es andererseits einzelnen Völkerstämmen, wie den Kamtschadalen, Tungusen und Samojeden nicht einmal dem Namen nach bekannt ist; diese Völker sind aber alle ausschließlich Fleischverzehrer, und deshalb bedürfen sie dieses köstlichen Stoffes nicht. Alle Menschen dagegen, welche ausschließlich Pflanzenkost oder doch gemischte Nahrung verzehren, benöthigen das Salz, und es tritt dann ebenso in die Reihe der Nahrungsmittel ein, wie das Wasser oder die Eiweißkörper.

Wir dürfen das Salz aber nicht nur von dem Standpunkte betrachten, welchen es als Nahrungsmittel und als Würze der Speisen einnimmt. Vielmehr müssen wir uns auch vor Augen halten, daß es in vielen Industrien eine aus-

gedehnte Anwendung findet, so daß es also in mehr als einer Beziehung dem Menschen nützlich und geradezu unentbehrlich ist.

Dem Sprachgebrauche nach verstehen wir unter dem Worte »Salz« immer nur jene Verbindung, welche aus Natrium und Chlor besteht, und welche zur Bereitung der Speisen dient. In chemischer Hinsicht dagegen ist unter dem Ausdrucke »Salz« jede Verbindung eines Metalles mit einer Säure zu verstehen, und es giebt eine sehr große Anzahl von Salzen, welche entweder schon fertig gebildet in der Natur vorkommen, oder aber, soweit sie technisch von Bedeutung sind, im Großen künstlich dargestellt werden. Hierher gehören beispielsweise die sogenannten Abraumsalze, von welchen noch ausführlich die Rede sein wird, ferner Salpeter und Borax, künstlich dargestellt werden dagegen Soda, Salmiak, Pottasche und viele andere. Zunächst wollen wir uns aber der Gewinnung des Kochsalzes selbst zuwenden.

Die Sitte des Salzgenusses ist uralt, und schon frühzeitig wurde das köstliche Salz von sehr vielen Völkern als Symbol für Sitte und Treue und Gastlichkeit gebraucht, ja förmlich heilig gehalten. Schon zur Zeit, als die Semiten Palästina betraten, waren sie mit dem Salze bekannt und sie gebrauchten es zu ihren Speiseopfern, wie ihr Gesetz gebot. Im benachbarten Aegypten versorgten die Lagunen im Nildelta und die ausgedehnten, trostlosen Salzwüsten im Westen die Bewohner mit Salz. Griechische Schriftsteller erzählen, daß etwa 40 Meilen vom ägyptischen Theben, dem Ausgangspunkte der Karawanenstraße durch die Sandwüste, Salz in großen Massen aufgeschichtet sei, und Reisende unserer Zeit bestätigen, daß dort oft Strecken eine Viertelmeile lang so mit Salz bedeckt sind, daß sie wie beschneit aussehen. Damals wie heute wurde dieses Steppensalz »klar wie Krystall« genannt, und die Bewohner des Nilthales gaben ihm unbedingt den Vorzug vor dem minder reinen und trüben Seesalz. Namentlich war es die im alten Aegypten bei Arm und Reich gleich hochgehaltene Sitte des Einbalsamirens der Verstorbenen, welche einen sehr bedeutenden Verbrauch von Salz bedingte, denn es bildete ein wesentliches Mittel, um die Zersetzung der Leichname hintanzuhalten.

Auch in China war das Salz schon lange vor dem Beginne unserer Zeitrechnung bekannt, die ersten Nachrichten hierüber stammen aus der Zeit der Regierung des großen Kaisers Yü, welcher von 2205—2197 regierte. Aber auch in jenem Theile Afrikas, der schon im Alterthume erforscht war, war das Salz und seine Verwendung bekannt, ja, wie Herodot berichtet, wurden dort sogar Salzstücke verwendet, um Häuser zu errichten. Wenn es nun auch im Alterthume Völker gegeben hat, wie die aus dem jugurthinischen Kriege bekannten Numider, welche sich nahezu ausschließlich von Milch, Wildpret und sonstigem Fleisch ernährten, die daher als reine Fleischverzehrer des Salzes nicht bedurften, so ist doch die Annahme vollkommen berechtigt, daß die über die Küsten, Halbinseln und Inseln des westlichen Mittelmeeres verbreiteten lybischen und iberischen Stämme

sehr früh das Wüsten- und Lagunensalz kannten und zur Zubereitung der Speisen verwendeten.

Den Indogermanen war vermuthlich ursprünglich das Salz nicht bekannt. Wie sie aber auf ihrer Wanderung von Asien nach Europa den regelmäßigen Betrieb des Ackerbaues kennen lernten, so stießen sie in den Steppen um den Uralsee und das Kaspische Meer auf Salzlachen mitten in der Wüste, auf jene Ueberreste des Meeres, das jenen Landstrich einst weit und breit überdeckte. Hier müssen wir die Gegend suchen, wo jene Wandervölker zuerst das ihnen bisher unbekannte köstliche Gewürz kennen lernten, und hier entstand auch für dasselbe der Name, welcher auf europäischem Boden allen Eingewanderten gemeinsam blieb. Mit der Ausbreitung der Indogermanen über das Festland von Europa mochte bei vielen die Kenntniß des Salzes auch wieder verloren gehen, besonders bei jenen Stämmen, welche sich nicht an den Küsten des südlichen Meeres ansiedelten, sondern in den unwegsamen Wildnissen des inneren Landes umherzogen.

Den Griechen war nur das Seesalz bekannt, doch wußten sie seinen hohen Werth für das Menschengeschlecht vollauf zu würdigen, was schon daraus hervorgeht, daß es gemeinsam mit den Gaben der Ceres den Unsterblichen als Opfer dargebracht wurde. Aeltere griechische Quellen lassen jedoch mit großer Sicherheit den Schluß zu, daß zu jener Zeit der Gebrauch des Salzes doch noch nicht ganz allgemein gewesen ist. So spricht Tiresias, der hocherleuchtete Seher, zu Odysseus, als er in die Unterwelt stieg:

»Gehe fort in die Welt, bis du kommst zu Menschen, welche das Meer nicht
Kennen und keine Speise gewürzt mit Salz genießen.«

In der geschichtlichen Zeit war aber das Salz schon ein Handelsartikel geworden, und in Dioskurias, einer Pflanzstadt am Schwarzen Meere, kamen beispielsweise die umwohnenden Völker des Salzhandels wegen zusammen. Aehnlich mögen in der älteren Zeit die Verhältnisse in Italien gewesen sein; die Herkunft des Salzes aus dem Meere verstand sich auch dort von selbst. In der Gegend von Ostia befanden sich große Salzgärten, welche schon König Ancus Martius errichtet haben soll, und die Sabiner, die das Gebirge bewohnten, hatten sich durch römisches Gebiet eine Straße ausbedungen, die sogenannte Salzstraße, auf welcher sie das Salz vom Meere her zuführten.

Begreiflicherweise war der Vorgang der alten Völker, wenn es sich darum handelte, Salz zu gewinnen, höchst einfacher Natur. So berichten uns römische Schriftsteller, daß in der Nähe des salzhaltigen Wassers mächtige Holzstöße aufgethürmt und in Brand gesetzt wurden. Dieser wurde dann mit salzhaltigem Wasser begossen und die mit Salz vermengte Asche verwendet. Solches Salz war jedoch von beigemengter Kohle schwarz und besaß einen beißenden Geschmack, daher nahm auch Horaz die Bezeichnung sal niger, worunter beißender Witz zu verstehen ist. Tacitus, der in seinen Schriften so manches Wissenswerthe und Inter-

essante aus dem deutschen Alterthume berichtet, erzählt, daß sich die Hermunduren und Chatten, als zwischen ihnen im Jahre 58 n. Chr. der Ausrottungskrieg entbrannt war, die an der Grenze gelegenen Salzquellen streitig machten. Einige Jahrhunderte später, zur Zeit Kaiser Julians, kämpften Alemannen und Burgunder um Salzquellen, welche an der Donau gelegen waren. Unser deutsches Vaterland war ohne Zweifel schon zu jener Zeit reich an salzführenden Quellen, sie quollen aus Bergen oder entsprangen in heiligen Wäldern, und man betrachtete sie als eine unmittelbare Gabe der nahen Gottheit, daher schien denn auch der Besitz einer solchen Quelle eines blutigen Krieges werth, und ein Salzwerk war eine geheiligte, unter dem Schutze des Völkerrechtes stehende Gabe Gottes. Ein Volk, dem von dem Nachbar das Salz vorenthalten wurde, mußte es sich auf Tod und Leben erkämpfen, die Gewinnung des Salzes selbst war aber ein heiliger Beruf, und es hat durchaus nichts Befremdliches an sich, wenn wir lesen, daß Opfer und Volksfeste mit dem Salzsieden verknüpft wurden.

In dem Maße, als das Salz immer bekannter und begehrter wurde, wurde es ein gesuchter Gegenstand des Austausches und auch ein wichtiges Culturmittel, und dies aus dem Grunde, da zu seiner Verfrachtung eine gewisse Sicherheit des umliegenden Landes erforderlich war. In erster Linie waren es die Flüsse, auf welchen sich die Salztransporte bewegten, da zu jener Zeit nur sehr wenige Straßen das Land durchzogen, zu den Hafenplätzen mußte es aber auf dem Rücken der Thiere oder Menschen gebracht werden. Der Salzhandel bildete in vielen Gegenden die Grundlage des Völkerverkehres. Allmählich wurden dann auch die bisher unwegsamen Gebirge aufgeschlossen, und es wurden Straßen angelegt, welche die Verfrachtung des Salzes vom Meere ermöglichten. War dann aber eine Salzquelle im Lande selbst entdeckt und die Kunst erlernt, aus dieser durch Versieden das weiße Salz in Krystallen abzuscheiden, so wurde diese Stätte ein Sammelpunkt der Bevölkerung, des Waaren- und Marktverkehres. Es versäumte dann aber auch nicht der Herzog oder Graf an den Ladeplätzen und Kreuzungspunkten seine Zölle zu erheben und durch Beamte gewissenhaft eintreiben zu lassen, und an vielen Orten wurde die Salzgewinnung direct zu einem Regal erklärt.

Wie eingehende Forschungen Schleiden's dargethan haben, waren es in Europa zuerst die Kelten, welche das Gewerbe des Salzbereitens in größerem Maßstabe betrieben haben. Darauf weisen auch noch viele Ausdrücke der Salzterminologie hin, welche keltischen Ursprunges sind, wie Soole, Salzborn, Salzpfanne, Salzkote, Halloren, die Anhängsel Hall oder Halle an Salinennamen und andere. Der lateinische Name Sal soll nach Einigen von Solum oder Sol hergeleitet sein, weil das Kochsalz aus dem Meerwasser unter dem Einflusse der Sonne sich abscheidet.

Als Nachkommen dieser keltischen Salzsieder haben wir aber die Halloren zu Halle an der Saale anzusehen, welche sich durch ihre eigenthümliche Tracht und althergebrachte Sitten auszeichnen. Ihnen oblag von altersher die Gewinnung

des Salzes aus den Hallenser Soolen und sie hielten sich Jahrhunderte lang in strengster, geradezu kastenartiger Abgeschlossenheit, so daß sie sich selbst nicht durch Heirat mit der Stadtgemeinde mischten. Ihre Anzahl war früher weitaus bedeutender als heute, noch im Jahre 1545 sollen sie über 600 streitbare Männer gestellt haben. Seit einerseits 1789 zwei große gemeinschaftliche Siedehäuser an die Stelle der zahlreichen kleinen Koten (Siedehäuser) getreten sind, andererseits aber die Bedeutung der Salinen für Halle wesentlich abgenommen hat, ist die Anzahl der Halloren, wie der Salinenarbeiter überhaupt bedeutend zusammengeschmolzen. Gegenwärtig, wo seit 1868 mit der Aufhebung des Salzmonopols und des Vertrages der Pfännerschaft von 1817 mit dem Staate die gesammte Salzfabrikation wieder in die Hand der Pfännerschaft gelegt, der Betrieb aber ausschließlich in die Räume der königlichen Saline verlegt worden ist, wird nur etwa noch die Hälfte der zur Zeit auf 800 Köpfe zusammengeschmolzenen Halloren bei der Saline beschäftigt; die übrigen Halloren haben sich anderen bürgerlichen Beschäftigungen, besonders der Bestattung der Leichen, zugewendet. Von den verschiedenen Privilegien der Haloren haben sich aber viele erhalten: so der Genuß gewisser Lieferungen vom Amte Giebichenstein an ihre Knappschaft, und die Bevorzugung, den Landesherrn nicht nur durch Neujahrsgratulation und Geschenke begrüßen, sondern auch durch besondere Abgeordnete an der Huldigung theilnehmen zu dürfen, wogegen sie eine neue Fahne und ein Pferd aus dem königlichen Marstalle erhalten . . . .

So alt nun auch die Kenntniß des Salzes ist, so unentbehrlich es schon in früheren Zeiten den Menschen schien, so wurde seine wahre Natur doch erst zu Beginn dieses Jahrhunderts erkannt. Den Ansichten Lavoisier's zufolge hielt man das Kochsalz für eine Verbindung zweier oxydirter Stoffe, für salzsaures Natron. Im Jahre 1809 wiesen jedoch Gay-Lussac und Thenard nach, daß es frei von Sauerstoff ist, und Davy war es, der im Jahre 1810 den Nachweis erbrachte, daß es nichts Anderes als eine Verbindung des Metalles Natrium mit Chlor sei, nachdem er schon 1807 aus dem Natron das metallische Natrium durch Elektrolyse dargestellt hatte.

Das Salz ist ein in der Natur sehr weit verbreiteter Körper, denn nicht nur, daß es in ungeheuerer Menge in den Meeren gelöst ist, tritt es auch im festen Zustande und mit anderen Mineralien auf, und nimmt einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Erdrinde. In vielen Gegenden finden sich ausgedehnte und mächtige Lager und Stöcke, welche theils aus reinem Salze, theils aus Salz im Gemenge mit Gyps, Anhydrit, Dolomit, Mergel, oder dem sogenannten Salzthone bestehen. Häufig sind die Stöcke und Lager von reinem Steinsalze mit diesem Salzthone bedeckt, und an vielen Stellen der Erdrinde hat man mehrere übereinander befindliche Lagen von Salz gefunden, welche mit Schichten von Salzthon abwechseln. Nun ist aber das Salz ein bekanntlich sehr leicht in Wasser löslicher Körper, und schon dieser Umstand läßt voraussetzen, daß

die Entstehung solcher großer Salzstöcke, sowie ihre Conservirung nur unter besonderen Umständen erfolgen konnte.

Als Ursprungsort aller Salzablagerungen haben wir das Meer anzusehen. Es wäre jedoch falsch, anzunehmen, daß sie ausschließlich durch Austrocknung von Meerestheilen entstanden sind, denn auf diese Weise könnte immer nur eine Salzschicht von geringer Mächtigkeit zu Stande kommen, und die Entstehung der großen Salzstöcke läßt sich durch diese Annahme nicht erklären. Es giebt jedoch auf unserem Erdball eine Stelle, an welcher vor unseren Augen schon seit ungezählten Jahr-



Landschaft am Kaspisee. Zu Seite 544.

hunderten die Abscheidung eines mächtigen Salzlagers von statten geht, es ist dies die große Salzpfanne des Kaspischen Meeres, die Kara-Bogas. Dort gelangen nach einer annähernden Berechnung ungefähr täglich 60.000 Centner pro Jahr, also 22 Millionen Centner Salz zur Abscheidung, und dort sind wir auch im Stande, alle jene Verhältnisse genau zu erforschen, welche gegeben sein müssen, soll ein Salzlager entstehen.

Den eingehenden Forschungen von Ochsenius verdanken wir die Kenntniß von der Entstehung dieser mächtigen Lager. Er erklärt sie durch das Vorhandensein tiefer Meerbusen, welche durch eine annähernd horizontale Barre von dem Meere selbst abgeschieden sind, jedoch nur so weit, daß über die Barre Meer-

wasser zutreten kann, und zwar in solcher Menge, als auf der Oberfläche des Meerbusens zu verdunsten vermag. Diese Verdunstung wird hauptsächlich an den seichteren Stellen, in erster Linie also über der Barre sehr lebhaft sein, und dort entsteht dann eine concentrirte Salzlösung. Da diese aber schwerer ist als das Meerwasser selbst, sinkt sie in die Tiefe. Dort sammelt sich also eine hochconcentrirte Salzlösung an, welche überdies noch eine Abkühlung erfährt, es sind also alle Bedingungen gegeben, unter welchen eine Abscheidung der gelösten Salze erfolgen kann. Bei dieser Krystallisation findet aber auch eine Trennung der gelösten Salze statt. Denn zunächst gelangen nur jene zur Abscheidung, welche eine geringere Löslichkeit besitzen. Es vermag sich jedoch nicht alles Salz abzuscheiden, vielmehr hinterbleibt eine Salzlösung, die Mutterlauge, welche nicht mehr krystallisationsfähig ist. Erst durch weiteres Verdampfen, also durch Wasserentziehung, mithin durch neuerliche Erhöhung der Concentration könnte diese abermals zur theilweisen Krystallisation gebracht werden. Tritt nun wieder Ebbe ein, so fließt ein Theil der Mutterlauge über die erwähnte Barre in das Meer zurück. Bei der nächsten Fluth wiederholt sich aber das Spiel vom Neuen. Wieder fließt Meerwasser zu, dieses verdampft theilweise, es entsteht eine concentrirte Salzlösung, welche in die Tiefe sinkt u. s. f. Schließlich kommt ein Zeitpunkt, in welchem durch irgend eine Ursache, wie durch eine Hebung der Barre oder durch Verringerung der Zuflüsse der Meeresspiegel sinkt und der Meerbusen nicht mehr von der Fluth erreicht werden kann. Dann verdampft der Inhalt desselben vollkommen und es hinterbleibt in der ursprünglich vom Meerwasser erfüllten Mulde eine mehr oder minder mächtige Salzablagerung.

Diese wäre aber schutzlos den atmosphärischen Einflüssen preisgegeben und würde sich unmöglich durch unmeßbare Zeiträume erhalten haben, würde nicht auch hier wieder die Natur durch einen weiteren Vorgang ihre Conservirung durch Ueberlagerung einer unlöslichen und für das Wasser undurchdringlichen Decke bewirken.

Alle Salzlager, welche bisher erschlossen wurden, sind nämlich mit solchen Schichten von Gyps oder von Anhydrit, oder von sogenanntem Salzthone überdeckt, oder wechseln mit Lagen dieser Mineralien ab. Auch deren Abscheidung erfolgt aus dem Meerwasser, welches ja bekanntlich neben dem Chlornatrium, dem eigentlichen Salze, noch eine große Reihe anderer Stoffe, darunter Gyps, d. i. schwefelsauren Kalk gelöst enthält.

Trifft nämlich das Meerwasser mit der concentrirten Salzlösung, welche durch Verdunstung des Wassers entsteht, zusammen, so bewirkt dies, daß sich auch der Gyps abscheidet und sich als gleichmäßige, schützende Decke über das eigentliche Salzlager breitet. Diese hält dann die verschiedenen atmosphärischen Einwirkungen ab und bildet ein sicheres Dach, unter welchem die Salzablagerungen erhalten bleiben.

An vielen Orten konnte man jedoch auch beobachten, daß sich über dieser Decke von Gyps oder Anhydrit noch eine weitere Schicht, bestehend aus verschie-

denen Salzen, abgelagert hat; diese Salze zeigen aber eine andere Zusammensetzung, als die unterhalb der undurchlässigen Decke liegenden, und eine weitere Untersuchung lehrt, daß wir es hier mit relativ leicht löslichen Salzen zu thun haben. Dies sind aber jene, die vermöge dieser Eigenschaft die Mutterlauge bilden. In ungezwungener Weise kann daher die Entstehung dieser zweiten Salzschicht dadurch erklärt werden, daß eben die schon erwähnte vollständige Abtrennung der Bucht vom Meere erst erfolgte, nachdem sich schon die Anhydritdecke gebildet hatte. Dann verdunstete das Wasser und die zweite Salzschicht stellt uns nichts Anderes vor, als jene Salze, welche in der Mutterlauge gelöst waren.

Nicht an allen Orten blieb diese zweite Krystallisation erhalten, dies war nur dort der Fall, wo sich durch andere Vorgänge auch über dieser eine schützende Schicht gebildet hatte. Besonders schön sind diese Salze aber in den weltberühmten Lagern zu Staßfurt und Kalusz erhalten. Wir erwähnten schon, daß sie eine andere Zusammensetzung besitzen, als das darunter liegende eigentliche Salzlager. Um dieses zu erreichen, mußten sie daher zunächst durchfahren oder weggeräumt werden, und daher stammt der Name »Abraumsalze«, welchen sie führen. Ursprünglich wurden sie als völlig werthlos angesehen. Später lernte man jedoch, sie technisch zu verwerthen, und nun haben sich durch das Vorhandensein dieser einst verkannten Abraumsalze mächtige Industrien entwickelt, welche wir an einer späteren Stelle kennen lernen und besprechen werden.

Die schier unerschöpfliche Quelle für die Entstehung mächtiger Ablagerungen von Salz bildet also das Meer, und es ist somit begreiflich, daß das Vorkommen von Salz nicht nur an einzelne wenige geologische Formationen gebunden ist. Vielmehr waren in jedem geologischen Zeitalter die Bedingungen gegeben, unter welchen sich Salz in fester Form abscheiden konnte, wir finden daher diesen wichtigen Stoff nicht nur über die ganze Erde verbreitet, sondern treffen ihn auch in allen Formationen der Erdrinde an. Ja, es trat sogar vielfach der Fall ein, daß die Ablagerung von Salz nicht nur in einer Formationsstufe oder einer Formation erfolgte, sondern daß die günstigen Bedingungen fortbestanden, und sich an einer und derselben Stelle noch immer Salz abschied, als sich an dem betreffenden Orte die Verhältnisse schon bedeutend geändert hatten, als eine neue Fauna und Flora die frühere verdrängt hatte und Tausende von Jahren hinabgerauscht waren in die Ewigkeit. — —

In der Natur tritt das Chlornatrium in verschiedener Form auf, und zwar theils als Mineral, als Steinsalz, dann als Ablagerung in den Salzsteppen, theils gelöst in den Salzseen, in Quellen, welche der festen Erdrinde entströmen, den Salzsoolen, und endlich im Weltmeere, welches bis zu 4 Procent verschiedener Salze, darunter bis zu 3 Procent Chlornatrium gelöst enthält. Und dieser Vorrath ist geradezu ungeheuer. Alle Meere zusammen bedecken eine Fläche von rund 6173 geographischen Quadratmeilen, dies entspricht bei einer durchschnittlichen

300 Meter einem Quantum von 2,500.000 geographischen Cubikmeilen
nd in diesem sind 3051 Cubikmeilen Chlornatrium gelöst!
s Steinsalz bildet in der Regel mächtige, sich weithin erstreckende Stöcke
:, welche der bergmännischen Gewinnung unterzogen werden. Jedoch ist
salz nicht immer von der gleichen Beschaffenheit. Ganz reines Salz, wie
n Orten gefunden
enanntes »Edel-
t farblose, wasser-
ke; meist ist das
och durch ver-
Beimengungen,
on, Gyps, An-
ergel oder Dolo-
einigt, manchmal
auch gemeinsam
msalzen vor. Je
Menge und Be-
t dieser Bei-
n ist auch die
Steinsalzes sehr
, diese ist gelb
rün, in dünneren
durchscheinend,
der grau bis fast
so daß nahezu
ennuancen beob-
den können. Ge-
bildet aber das
ein inniges Ge-
Gyps und Thon,
nannte Haselge-
d je nach der
oder geringeren
in welcher das



Salzsteppe in Mittelasien. Zu Seite 547.

in der Natur angetroffen wird, ist auch die Art der bergmännischen
ng, sowie die Weiterverarbeitung des Steinsalzes eine verschiedene. Denn
das fast reine Salz in Stücken gewonnen wird und sogleich consumirt
nn, erfordert die Gewinnung des mit Gyps und Thon vermengten Salzes
nung von diesen Beimengungen durch Lösung und nachherige neuerliche
ation, um auf diese Weise reines Salz darzustellen. Die Lösung des
lbst kann aber auf sehr verschiedene Weise erfolgen, wovon noch später

ausführlich die Rede sein wird. — Gewisse Beimengungen sind aber auch im Stande, die Eigenschaften des Salzes selbst zu verändern. Während beispielsweise das reine Salz trocken und luftbeständig ist, bewirkt ein Gehalt an Chlorcalcium und Chlormagnesium, daß das Salz aus der Luft Wasser anzieht und zerfließt. Manche Sorten von Steinsalz enthalten auch Einschlüsse von stark comprimirten Gasen, so von Sumpfgas, Kohlensäure oder von Luft. Wird solches Salz erwärmt, so dehnen sich die Gase aus und bewirken die Loslösung kleiner Salztheilchen unter Auftreten eines knisternden Geräusches, wonach solches Salz, das in bedeutenderer Menge in Wieliczka gefördert wird, den Namen »Knistersalz« erhielt.

Eine weitere Art des Vorkommens festen Steinsalzes bilden die Salzablagerungen in Steppen, in der Wüste, dann stärkere oder schwächere Efflorescenzen von Salz auf der Erdoberfläche in sehr trockenen Jahren. Berühmt sind in dieser Hinsicht die Abhänge des afrikanischen Hochlandes, ferner viele und ausgedehnte Steppen in Mittelasien, von welchen die Reisenden berichten, sie seien zu gewissen Zeiten des Jahres vom Salze weiß gefärbt und machen den Eindruck öder, ausgedehnter Schneefelder. Auch am Kaspischen Meere und im tibetanischen Hochlande finden sich Stellen, an welchen das Steppensalz auftritt; sehr selten ist dagegen diese Erscheinung in Europa, wo sie bisher nur in sehr trockenen Jahren, und zwar in Schweden beobachtet werden konnte. Es ist daher auch begreiflich, daß dieses Salzvorkommen keine weitere Bedeutung besitzt; in Afrika und Asien dagegen decken zahlreiche Völkerschaften ihren Salzbedarf nahezu ausschließlich durch Gewinnung des Steppensalzes, welches gewöhnlich sehr rein ist und über neunzig Procent Chlornatrium enthält.

Bei der großen Löslichkeit des Steinsalzes ist es leicht begreiflich, daß solche Lager vielfach von fließenden Wässern ausgelaugt werden. Dies führt dann zur Entstehung der Salzseen und Salzsümpfe, aus welchen sich, soferne der Zufluß nur gering und vielleicht nur auf gewisse Jahreszeiten beschränkt ist, durch Verdampfung des Wassers wieder Salz auszuscheiden vermag. Solche Salzseen finden wir vielfach auf der Oberfläche unseres Planeten, die bekanntesten sind wohl das Kaspische Meer, der Aralsee, das Todte Meer, ferner der Eltonsee in der Astrachanischen Steppe und viele andere. Auch im südlichen Afrika, in Mexiko, in der Kirgisischen Steppe und in der Krim treffen wir solche Salzseen, welche 13—14 Procent Chlornatrium gelöst enthalten. Bekannt ist ferner der Große Salzsee in den Vereinigten Staaten, an welchem die Hauptstadt der Mormonen gelegen ist.

Von weit größerer Bedeutung aber als diese Salzseen sind die natürlichen, mit Salz beladenen Quellen, welche an vielen Stellen der Erde auftreten und zur Gewinnung des »gekörnten Schnees« dienen. Da das Steinsalz aber nur an wenigen Punkten der Erde, so in Siebenbürgen, in Spanien, Algerien und am Todten Meere direct zu Tage tritt, entspringen Salzquellen auch nur an diesen wenigen Stellen direct dem Salze, vielmehr müssen sie entweder die dem Salz-

übergelagerte Schicht von Thon oder Anhydrit durchbrechen, oder aber, was am häufigsten der Fall zu sein pflegt, sie treten am Ausgehenden der Steinsalzformationen, dort wo sich die Schichten auskeilen, auf.

Der verschiedene Reichthum der Steinsalzlager, ferner die höhere oder geringere Temperatur der Quellen bringt es mit sich, daß durchaus nicht alle Soolquellen den gleichen Gehalt an Kochsalz aufweisen. Ebenso verschieden wie dieser ist aber ferner auch der Gehalt der Salzquellen an anderen Stoffen, von welchen hauptsächlich Chlorkalium, Chlormagnesium, dann Chlorcalcium und die Sulfate



Der Große Salzsee. Zu Seite 548.

der Alkalien und Erdalkalien zu nennen sind. Sie führen aber nicht nur Chloride verschiedener Metalle ans Tageslicht; viele derselben enthalten auch die dem Chlor sehr nahe verwandten Elemente Brom und Jod, und diese Quellen werden dann zu Heilzwecken von Leidenden aller Art besucht.

Viele Soolquellen enthalten auch beträchtliche Mengen von kohlensaurem Eisenoxydul und von kohlensaurem Kalk; alle diese Beimengungen, welche gewöhnlich im Steinsalze selbst nicht enthalten sind, werden erklärlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß ja die Quellen auch Gelegenheit haben, in höheren von ihnen durchströmten Schichten sich noch mit weiteren Stoffen zu beladen. Dann ist es auch sehr leicht denkbar, daß zwischen den gelösten Stoffen noch weitere Umsetzungen stattfinden, die eine Veränderung in der Zusammensetzung der

Soolquelle selbst im Gefolge haben. Durchströmt beispielsweise eine solche Quelle ein Lager von in Zersetzung begriffenem Schwefelkies, welches also Eisensulfat enthält, so entsteht durch Umsetzung mit diesem Eisenchlorid und schwefelsaures Natrium. Kommt die Quelle nun noch mit Kalkstein und mit Dolomit, d. i. einem Gemenge von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia zusammen, so entsteht unter Abscheidung von Kohlensäure Chlorcalcium und Chlormagnesium, während sich Eisenoxyd abscheidet, welches gewöhnlich im Erdinnern zurückbleibt. Nun wirken aber diese beiden Salze und das schon vorhandene schwefelsaure Natrium aufeinander weiter in der Weise ein, daß neuerdings Chlornatrium, dann aber auch schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) und schwefelsaurer Kalk (Gyps) entstehen. Wir sehen also, daß eine ursprünglich ganz reine Lösung von Kochsalz dadurch, daß sie nacheinander ein Lager von Schwefelkies und dann Dolomit durchströmt, zwei weitere Salze in Lösung erhält, welche erst durch chemische Umsetzung und Wechselwirkung entstehen.

Wir erwähnten schon, daß der Gehalt der Soolquellen an Kochsalz von verschiedenen Bedingungen abhängig ist, und in der That kommen zwischen Quellen, welche nur Spuren von Chlornatrium enthalten, und solchen, welche gesättigte Lösungen bilden, alle Abstufungen vor. Soll jedoch das in einer Soolquelle enthaltene Kochsalz gewonnen werden, so ist es unbedingt nöthig, daß die Quelle zum Mindesten ein gewisses Minimum an Kochsalz enthält, als welches gewöhnlich 16 Procent gelten. Doch ist die Siedewürdigkeit einer Soole wohl noch von anderen Factoren abhängig, so von den sonstigen gelösten Bestandtheilen und ferner auch von dem Preise des Brennmateriales. Denn es ist einleuchtend, daß man an Orten, wo Brennmaterial in genügender Menge und sehr billig zu haben ist, auch eine minderhaltige Soole wird mit Erfolg verarbeiten können.

Schon seit alter Zeit wendete man den kochsalzführenden Quellen eine besondere Aufmerksamkeit zu, einerseits überhaupt ihres Salzgehaltes, andererseits aber auch der heilkräftigen Wirkung wegen, die man an vielen Orten beobachten konnte. Auch die Sage hat sich daher häufig mit der Auffindung solcher Soolquellen befaßt und das Ereigniß poetisch ausgeschmückt.

Die durch Jahrhunderte fortgesetzte Beobachtung salzführender Quellen brachte es aber auch mit sich, daß wir gerade über diese Quellen besser als über andere Erscheinungen unterrichtet sind und an der Hand alter Aufzeichnungen und neuerer Beobachtungen manche interessante Veränderung constatiren können, der die Quelle nach und nach unterlag.

Da ist es nun interessant zuzusehen, wie sich die Quellen mit Bezug auf ihren Salzgehalt verhielten. Manche Soolquellen fließen heute schon seit Jahrhunderten, ohne daß ihr Gehalt an Kochsalz eine Veränderung zeigte, andere dagegen sind im Salzgehalte bedeutend zurückgegangen und führten endlich überhaupt kein Kochsalz mehr zu Tage. Dies läßt natürlich darauf schließen, daß der Salz-

vorrath des von der Quelle durchströmten unterirdischen Gebietes erschöpft wurde. Andere Quellen zeigten dagegen die umgekehrte Erscheinung: ihr Salzgehalt nahm zu, und dies deutet wieder darauf hin, daß nun die Wässer salzreichere Mittel erschlossen hatten. Andererseits kann aber auch der Fall vorkommen, daß salzreiche Quellen durch unterirdisch zusitzende süße Wasser verdünnt und dadurch salzärmer werden. Nach oben findet natürlich der Salzgehalt der Soolquellen seine natürliche Begrenzung durch Erreichung des Maximums der Löslichkeit des Salzes in Wasser, welche überdies durch die Temperatur nur wenig beeinflußt wird. 100 Theile Wasser vermögen 37 Theile Kochsalz aufzulösen, eine gesättigte Lösung enthält daher 37 Procent Chlornatrium.

Wie wir schon erwähnten, enthält das Meer einen schier unerschöpflichen Vorrath an Salz, und an vielen Stellen der Küste wird in den sogenannten Salzgärten dieses Salz auch im Großen gewonnen. Da alle Meere untereinander in Verbindung stehen, sollte man nun wohl annehmen, daß der Salzgehalt der Oceane an allen Stellen der gleiche sei. Dies ist jedoch nicht zutreffend, vielmehr ergaben exacte Forschungen, daß, abgesehen von localen Ursachen, wie die Einmündung salzfreier Ströme, welche bedeutende Wassermassen den Meeren zuführen, und daher in der Nähe der Mündungen das Meerwasser gewissermaßen verdünnen, der Salzgehalt von den Polen gegen den Aequator und von der Oberfläche gegen die Tiefe zunimmt. Außerdem konnte man jedoch auch eine Verschiebung des Salzgehaltes selbst beobachten. Das Schwarze Meer wird beispielsweise immer ärmer an Salz, und zwar kommt dies daher, daß die zuströmenden süßen Wasser stets reichlicher werden und größer sind, als die durch Verdunstung verloren gehende Wassermenge. Das Mittelländische, das salzreichste aller Meere, reichert sich dagegen noch immer mit Chlornatrium an. Diese Erscheinung ist dadurch begründet, daß hier umgekehrt durch den Einfluß der durch die afrikanische Sonne über der Wüste erhitzten Winde die Verdunstung größer ist, als der natürliche Zufluß.

Das Meerwasser ist aber nichts weniger als eine reine Salzlösung. Es enthält vielmehr neben Chlornatrium noch eine große Menge anderer Salze, unter welchen die Bromide, Jodide und Sulfate wohl die bemerkenswerthesten sind. Allerdings überwiegt unter diesen das Chlornatrium weitaus, der hohe Gehalt der Asche der Meerespflanzen an Jod und Brom ist aber nur auf die Anwesenheit dieser Stoffe im Meerwasser zurückzuführen. Bis jetzt ist es überhaupt gelungen, ungefähr 35 Elemente im Meerwasser mit Sicherheit nachzuweisen, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß alle bisher bekannten im unendlichen Ocean enthalten sind.

Von den besprochenen Arten des Vorkommens des Kochsalzes finden nur drei zur Gewinnung dieses köstlichen Stoffes Verwendung. Und zwar wird das Salz entweder aus dem Steinsalze, welches bergmännisch gewonnen und eventuell raffinirt wird, dann aus Salzseen und aus dem Meerwasser durch freiwilliges Verdunsten desselben in den Salzgärten, und endlich durch Versieden von Salzsoolen, soferne sie genügend reich an Kochsalz sind, dargestellt.

Nur in seltenen Fällen ist das im Innern der Gebirge vorkommende Steinsalz so rein, daß es direct dem Menschen als Würze seiner Speisen dienen kann. Ist es mit Thon, Gyps u. dgl. vermengt, so muß der Verwendung eine Reinigung vorangehen. Diese kann nur in der Weise vorgenommen werden, daß man das Salz in Wasser löst, die Lösung von dem Ungelösten durch geeignete Maßnahmen trennt und zur Krystallisation bringt. Begreiflicherweise wird aber die Darstellung des Salzes durch die bergmännische Gewinnung, das Lösen und Versieden wesentlich vertheuert und werden die Productionskosten erhöht. Außerdem erfordert die Wasserhaltung in solchen Salzbergwerken, welche direct Steinsalz gewinnen, besondere Aufmerksamkeit, die directe Gewinnung von Steinsalz vermag deshalb nur dann zu rentiren, wenn einerseits das Salz selbst sehr rein ist, und wenn andererseits eine hohe Production durch billige Frachtsätze, niedere Abgaben und billige Löhne ermöglicht wird.

Diese Verhältnisse sind jedoch nicht immer vorhanden, und man war daher bestrebt, die Gewinnung eines zum Genusse geeigneten Salzes dadurch auf billige Weise zu ermöglichen, daß man von der rein bergmännischen Gewinnung Umgang nahm und direct auf die Gewinnung einer Salzlösung, einer Soole hinarbeitet. Dies geschieht nun in der Weise, daß im Innern des salzführenden Gebirges große Hohlräume ausgearbeitet werden. Diese werden dann kunstgerecht verdämmt und mit Wasser gefüllt. Das Wasser löst das Salz auf, die unlöslichen Antheile sinken zu Boden, welcher sich deshalb immer mehr erhöht. Von Zeit zu Zeit läßt man Wasser nachtreten, so daß der Hohlraum stets gefüllt erhalten wird. Ist endlich das Maximum der Sättigung erreicht, so wird die Soole abfließen gelassen und nach dem Sudhause gebracht. Nun wird eventuell der sich am Boden des »Sinkwerkes« — wie diese Hohlräume genannt werden — angesammelte Schlamm entfernt, neuerdings Wasser zutreten gelassen u. s. f. Auf diese Weise umgeht man die immerhin theuere Gewinnung des Rohsalzes und erhält gleich eine siedewürdige Lösung von Steinsalz.

Die rein bergmännische Gewinnung des Steinsalzes setzt voraus, daß dasselbe in größeren, dichten und zusammenhängenden Massen auftritt, es wird dann eigentlich in ganz der gleichen Weise bewältigt, wie überhaupt festes Gestein. Nur werden gewisse Abweichungen dadurch bedingt, daß das Salz bald in größeren Tiefen vorkommt, also durch Schächte erschlossen werden muß, bald aber nahe am Tage liegt. Im letzteren Falle trachtet man das Lager durch Stollen zu erschließen. In einzelnen wenigen Fällen wird jedoch auch Tagbau betrieben, wie dies beispielsweise zu Cardona der Fall ist. Dort liegt das Salz in mächtigen Massen nur in geringer Tiefe unterhalb der Erdoberfläche, man beschränkt sich daher darauf, diese wegzuräumen, und gewinnt dann das Salz in ganz ähnlicher Weise, wie die Bausteine in einem Steinbruche.

Dieses Steinsalzlager zu Cardona in Catalonien liegt ungefähr 2 Km. von der genannten Stadt und besteht aus einem 80 Meter hohen Felsen, welcher



Das Steinsalzlager zu Cordona.

THE N
PU

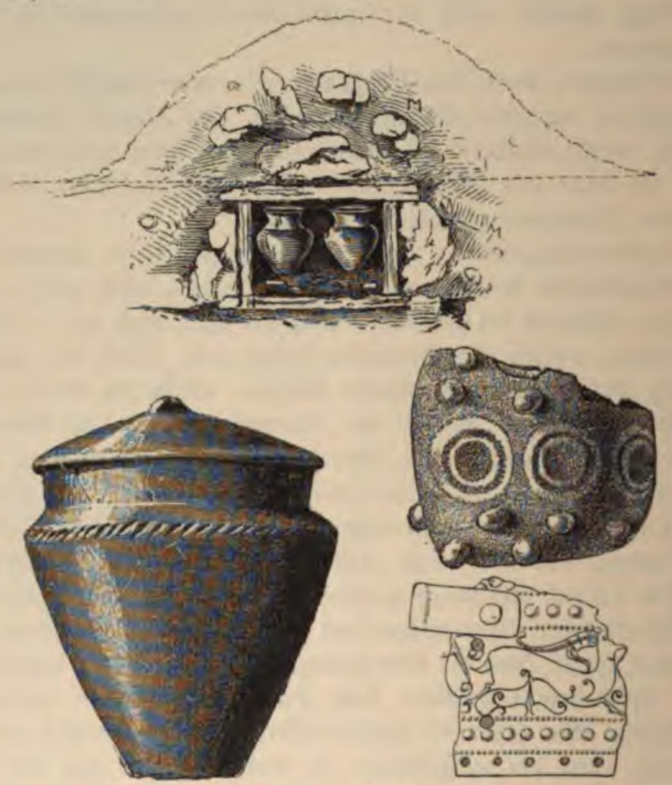
inahe aus ganz reinem Salze besteht; seine Mächtigkeit wird auf ungefähr 00 Millionen Cbm. veranschlagt. Dieses hochinteressante Lager — interessant eshalb, weil dies einer der wenigen Fälle ist, in welchem Steinsalz zu Tage itt — wird durch zwei mächtige, zusammenhängende Massen gebildet, von denen e obere auf eine Strecke von ungefähr 260 Meter Länge und 130 Meter reite von der die übrige Masse des Salzes umgebenden Sandsteinschichte entblößt . Die andere dieser untergeschichteten Salzmassen ist ungefähr 80—100 Meter och, das Salz, welches durch sehr hohe Reinheit ausgezeichnet ist, wird durch agbau gewonnen.

Dieser Salzberg bietet dem Beschauer einen unvergleichlich schönen Anblick, elcher lebhaft an den eines Gletschers erinnert. Im Innern befinden sich zahl- iche Höhlen, welche besonders bei Fackelbeleuchtung einen prächtigen Anblick ge- ähren, da sich dann das Licht an Millionen von Krystallflächen bricht und von esen wie von Diamanten zurückgeworfen wird.

Die Gewinnungsarbeit in einem Salzbergwerke ist in mancher Beziehung urch die Beschaffenheit des zu gewinnenden Materiales selbst ganz wesentlich er- ichtert. Denn während bei der Gewinnung der Erze diese nur in Nestern oder ängen auftreten, welchen der Bergmann folgen muß, bildet, wie schon erwähnt, as Steinsalz dichte, zusammenhängende Massen, welche sich durch große Festig- it auszeichnen. Während nun in den allermeisten Fällen die Gewinnung der rze bedeutende Sicherungsarbeiten erfordert, um das Zubruchegehen der Stollen verhindern, sind diese in Steinsalzbergwerken, so lange die Stollen durch chtes Salz führen, in der Regel nicht nöthig. Vielmehr ist das Salz wider- andsfähig genug, und nur durch entsprechend große Sicherheitspfeiler, welche ehen gelassen werden, und durch genügend starke Decken zwischen den Horizonten ird die Sicherheit der Baue entsprechend gewährleistet. Dieser guten Eigenschaft es Steinsalzes wegen kann die Gewinnung auch in der Weise betrieben werden, aß große, oft nahezu 100 Meter hohe Hallen ausgebrochen werden. Ja im ichten Steinsalze wäre sogar der Sinkwerksbetrieb, dessen Vortheile wir oben an- edeutet haben, nicht gut auszuführen, da das Wasser in den mit Thon aus- efüllten Klüften sich Bahn brechen, das Salz aber unaufgelöst lassen würde.

Aus dem Gesagten ergiebt sich nun die Art und Weise des Abbaues von elbst. Sie besteht im Wesentlichen darin, daß durch Bohren und Schießen, ventuell auch durch eine Art Schrämarbeit die Massen gelöst werden. Dadurch verden nach und nach riesige Hallen (Kammern) in das Gebirge getrieben, zur Sicherung bleiben Pfeiler von entsprechender Mächtigkeit stehen. Begreiflicher- weise zeichnet sich ein solcher Abbau gewöhnlich nicht durch sonderliche Regel- näßigkeit aus, es werden vielmehr dort, wo reines Salz zu erhoffen ist, solche Kammern in Angriff genommen und so lange vergrößert und vergrößert, bis ntweder das Salz an dieser Stelle ausgewonnen ist, oder die Sicherheit das Abbrechen der Arbeit erfordert.

Ursprünglich war diese Art des Abbaues in allen Steinsalzbergwerken die einzig übliche, und theilweise steht sie auch heute noch im Gebrauche, so in dem berühmtesten aller Salzbergwerke, in Wieliczka, und in manchem anderen. Bei neueren Anlagen dagegen hat man diese, doch mit mancherlei Nachtheilen und Unzukömmlichkeiten behaftete Abbaumethode verlassen und gewinnt das Salz durch regelmäßigen Pfeilerbau, dessen Ausführung wir schon an einer früheren Stelle besprachen.



Tumules und Funde aus der Hallstattperiode in Oesterreich. Zu Seite 555.

Aber nicht nur in fernen Ländern, auch in unserem Heimatlande finden sich zahlreiche Steinsalzlager, die ebenfalls unser Interesse in hohem Maße zu fesseln im Stande sind. Ja, der Salzreichthum der Alpenländer hat dem an Naturschönheiten gesegneten Salzkammergute seinen Namen verliehen und trifft, wie dies beispielsweise in Hallstatt der Fall ist, die in ihrer Großartigkeit herrliche Natur mit einem so bemerkenswerthen Salzvorkommen, wie dies der Hallstätter Salzberg ist, zusammen, so ist dies wohl danach beschaffen, unsere Aufmerksamkeit besonders zu fesseln. Und die Einfahrt in dieses Salzbergwerk ist schon aus dem Grunde lohnend, da man hier Gelegenheit hat, ein Salzbergwerk kennen zu

nen, wie es thatsächlich ist, und nicht ein für den Massenbesuch berechnetes
lonbergwerk, wie sie an anderen Orten gezeigt werden.

Dort, wo die grüne Traun sich gegen Norden wendet, mäßigt sie plötzlich
en raschen Lauf und ergießt sich in ein weites, stilles Becken, auf welches die
upter hoher Bergriesen ernst und schweigend herabsehen. So mancher Schnee ist
ihnen gelegen, so mancher Sturm hat sie umtobt, und so manches längst ver-
kene Geschlecht haben sie zu ihren Füßen wandeln gesehen. Denn sie blicken
eine Stätte alter Cultur und menschlichen Fleißes. Nicht Gold, noch Silber
ren sie in ihrem Innern, doch einen Stoff, der mehr Werth für die Mensch-
t besitzt als alle Schätze der Erde — das Salz, und schon vor Jahrtausenden
rde nach diesem emsig gegraben und geschürft. Dem Salze verdankt die Gegend
vie der Ort den Namen. Fast überall, wo im deutschen Sprachbezirke Salz
unden wird, kommt dies in der Silbe »Hall« zum Ausdrucke, und so heißt es
n auch hier Hallstatt im Salzkammergute.

Die wenigen Häuser, welche den Marktflecken bilden, sind Schwalben-
tern gleich an die Felswand geklebt, die steil und schroff in den grünen
e abstürzt, und in der Mitte des Ortes tost und donnert ein Wasserfall
ab, als wollte er alles, was hier des Menschen Hand geschaffen, mit sich
treißen in die regungslose Fluth. Und über den Häusern und über dem
lle ragt der in seinem unteren Theile von einem schönen Walde bedeckte Salz-
g empor. Ein schmaler Reitweg führt in kurzen, steilen Windungen auf seine
he. Halben Wegs verkündet eine in rothen Marmor gehauene Inschrift, daß
r Kaiser Maximilian anno 1504 gerastet hat, als er gekommen war »die
tzperg zu besehen«. Noch wenige Windungen aufwärts, vorbei an dem mit
em schönen Portale versehenen Franz Joseph-Stollen, beginnt sich der Wald zu
hten und der Blick fällt über ein steil aufsteigendes Hochthal auf wilde, zer-
sene Kalkfelsen, welche schier bedrohlich aussehen, als wären sie erzürnt, daß
r Mensch es gewagt, in ihr Inneres vorzudringen. Sie bergen das Salz in
rem Schoße und sie bilden den Hauptstock des Hallstätter Salzberges.

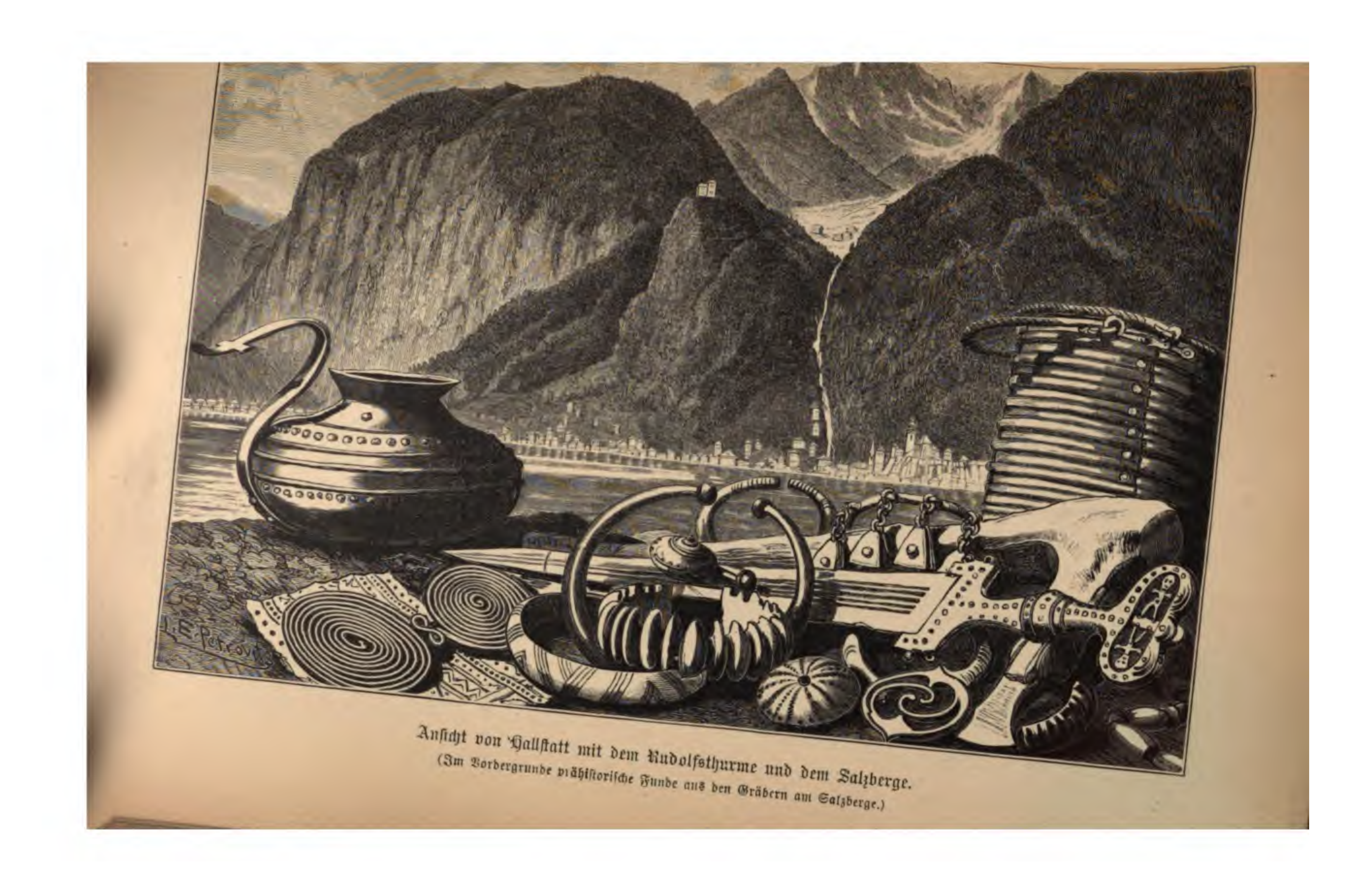
Das mit magerem Grase bewachsene Hochthal wird auch links und rechts
on gewaltigen Bergriesen umsäumt. Rechts hat sich der Wildbach, der durch den
rt in den See hinabtost, ein tiefes Bett gewühlt, links schmiegt sich ein aus
ächtigen Buchen bestehender Wald an die Felswand an. Und im Schatten der
Buchen schläft ein altes Geschlecht seinen ewigen Schlaf. Kopf an Kopf, Mann
n Mann liegen sie da unter dem grünen Rasen, die Recken, die vor Jahrtausenden
elebt und gestritten. Kelten sind es, die auch schon den Salzbergbau betrieben,
rsprünglich mit aus Bronze verfertigten Werkzeugen. Erst in den jüngeren
Gräbern findet man Messer und Schwert, roh aus Eisen geschmiedet.

Hoch oben, fast am Ende des Thales liegen die Gewerkschafts- und Knappen-
häuser des jetzt vom Staate betriebenen Bergwerkes, wo wir auch die Erlaubniß
rhalten, das Bergwerk zu befahren.

Nachdem wir die zum Schutze der Kleidung nöthige Gewandung, bestehend aus leinener Hose und Rock und einem Filzhute angelegt, wird man in einen langen, ausgemauerten Stollen geführt, durch welchen ein kräftiger Bach laut rauschend dem Tageslichte zueilt. Es sind dies die Wasser, welche abgefangen werden, damit sie nicht zum Salze gelangen. Beiläufig tausend Meter vom Eingange entfernt endet die Ausmauerung, und um und über uns glitzert die Wand, wie mit Millionen Diamanten besät: wir befinden uns in der Steinsalzregion, welche eine Ausdehnung von 2000 Meter in der Breite und 850 Meter in der Länge besitzt. Ueber Treppen und schiefe Ebenen, welche als Rutschfahrten dienen, geht es nun abwärts den Sinkwerken zu. Die Soole wird dann in eigenen Leitungen nach den verschiedenen Sudwerken in Gmunden, Ebensee, Ischl u. s. w. geführt.

Diese Soolenleitung, welche aus vier, mittelst gewöhnlicher Brunnenrohre hergestellten Rohrsträngen besteht, ist mit großer Kühnheit der Felswand entlang geführt. Zunächst übersetzt sie unterhalb einer Thalsperre den Wildbach, führt dann über Klüfte und Spalten, theilweise in die Felswand gefügt, unter von großer Höhe herabstürzenden Wasserfällen nach Gosauzwang, wo sie den Gosaubach auf einer in schwindelnder Höhe geführten Brücke überschreitet. Von da ab senkt sie sich langsam ins Thal der Traun, dem Laufe folgend, bis sie ins Ischler Sudwerk gelangt. Auf dem diesem Abschnitte vorangestellten Titelbilde ist diese Brücke über den Gosaubach als Motiv verwendet.

Die berühmten mächtigen Steinsalzlager zu **Wieliczka** in Galizien befinden sich im Tertiärgebirge und bestehen aus ausgedehnten Lagern und großen Klumpen von Salz, welche durch Thon, Mergel und Anhydrit getrennt sind. Der Sage nach soll dieses Salzlager durch einen Hirten Wielicz im Jahre 1250 oder gar schon 965 entdeckt worden sein; aus den Urkunden läßt sich mit Bestimmtheit nachweisen, daß es schon im XI. Jahrhunderte ausgebeutet wurde. Heute bildet dieses größte aller Salzbergwerke eine weitverzweigte unterirdische Stadt, welche mit ihren Straßen, Plätzen und Gängen einen weitaus größeren Raum einnimmt, als das obertags befindliche Wieliczka. Der ganze Salzstock hat eine Breite von Norden nach Süden von ungefähr 1200 Meter, dem Streichen nach ist er auf 4000 Meter aufgeschlossen, und die größte Tiefe der Baue beträgt 280 Meter. Acht Tagschächte führen in die Tiefe, davon zwei in der Stadt selbst, nämlich der Franziszek mit einer Wendeltreppe, welche 470 Stufen zählt, und der Danielowicz, der, nur 63 Meter tief, gewöhnlich von Besuchern befahren wird. Das Salzbergwerk selbst besteht aus drei übereinander gelagerten Stockwerken, in denen sich ein wahres Labyrinth von Gängen oft in bedeutender Höhe durch Brücken verbunden, ausbreitet. Man erzählt, daß eine Wanderung durch alle die sich windenden und kreuzenden unzähligen Gänge des Bergwerkes ein längerer Marsch sein würde, als von Krakau nach Wien und wieder zurück, in Wirklichkeit besitzen sie aber nur die immerhin ansehnliche Länge von 93 Km.



Ansicht von Hallstatt mit dem Rudolfsthurme und dem Salzberge.
(Im Vordergrunde prähistorische Funde aus den Gräbern am Salzberge.)

Das Steinsalzlager zu Wieliczka läßt drei, durch ihre verschiedene Be-
ffenheit und Zusammensetzung wohl charakterisirte Salzvarietäten unterscheiden,
che als Grünsalz, Spisa oder Spiza und als Szybikersalz bezeichnet werden.

Das Szybikersalz ist das reinste und enthält die geringste Menge fremder
mengungen, es ist sehr grobkörnig und hellgrau. Die unteren Abtheilungen des
ers werden von dieser Salzvarietät ausgefüllt.

Die mittlere Abtheilung des Wieliczkaer Salzstockes bildet das feinkörnige,
kelgraue Spisa- oder Anhydritsalz. Seine graue, unscheinbare Farbe verdankt
den beigemengten Theilchen von Thon und Quarz, in Schichten durchziehen es
nder und Streifen von Mergel und Anhydrit, auch umschließt es Lagen von
unkohle und sehr interessanten Versteinerungen, namentlich Seeigel und Korallen.



Schnitt durch das Salzlager in Wieliczka.
Sand, b Lehm, c feiner Sand, d Mergel, e Sandstein, f Schiefer, g Grünsalz, h Spisasalz, i Szybikersalz, k Mergel und Gyps, l Sandstein, m Salzgebirge. Zu Seite 557.

Auf dem Spisasalze liegt eine aus Salzthon und Anhydrit bestehende Schichte,
auf dieser das Grünsalz in mächtigen, meist etwas länglichen Klumpen, deren
zelne ein Volumen von über 500 Cbm. einnehmen. Dieses Salz besitzt eine
nlichgraue Farbe, es ist sehr grobkörnig und mit Gypsnadeln und grauem
one untermengt.

Der Abbau erfolgt durch den sogenannten Kammerbau, die Salzgewinnung
st ist eine Art Steinmetzarbeit, das Salz wird entweder in mächtigen Stücken,
änke« geheißen, mittelst eiserner Keile und Hebel, sowie auch durch Schießarbeit
getrennt, oder aber es werden vom Stocke große, bis zu 20 Mctr. schwere
umpen losgerissen. Die Bänke werden dann in einzelne kleinere Stücke zertheilt,
diese mit dem Meißel bearbeitet, bis sie Faßform erhalten, aus den Klumpen
rden ebenfalls durch Behauen Stücke von der Form und Größe der bekannten
lzstöcke geformt. Die sich bei diesen Operationen ergebenden Abfälle werden
schlagen und in Fässer verpackt.

Große Sorgfalt ist beim Verhauen des Salzes darauf zu richten, daß die
winnung nicht zu weit getrieben und das taube Gebirge bloßgelegt wird, weil
teres eine weitaus geringere Festigkeit besitzt, als das Steinsalz selbst; es würden

sich dann nur allzuleicht in der Folge Einstürze ereignen. Nur in jenen Kammern, welche im Spisasalze angelegt wurden, muß das umgekehrte Verfahren beobachtet werden, denn dieses besitzt weitaus weniger Cohärenz als das Grünsalz oder Szybiker Salz.

In den älteren Kammern erfolgt die Sicherung der Firste durch Zimmerwerk, und es ist interessant zu sehen, in welch ausgezeichneter Weise sich das Holz durch geraume Zeit conservirt. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der großen Trockenheit der Grube gelegen, welche umso bemerkenswerther ist, als sich 16 Teiche vorfinden, deren mehrere sogar mit Kähnen befahren zu werden pflegen. In den aus jüngerer Zeit stammenden Kammern erreicht man die Sicherung der Decke durch mächtige Steinsalzpfeiler, welche stehen gelassen werden. Die ausgebrochenen Kammern werden theils mit Abfällen und taubem Gesteine versetzt, theils finden sie als Magazine Verwendung.



Im Bergwerke von Wieliczka. Zu Seite 558.

Begreiflicherweise übt das Salzbergwerk zu Wieliczka eine große Anziehungskraft auf Fremde aus allen Welttheilen aus, aber auch die Bewohner der Umgebung strömen zu gewissen Zeiten des Jahres, und zwar zu Pfingsten und im August in hellen Schaaren zu dem nur wenige Kilometer von der alten Krönungsstadt Krakau entfernten Wieliczka, um das Bergwerk zu befahren. Dann finden auch große Festlichkeiten in den feenhaft beleuchteten unterirdischen Räumen statt, Musik bringt die traurigen nationalen Weisen zu Gehör, tausende von Lichtern erhellen die ewige Nacht und werden von den Salzkrystallen in allen Farben des Regenbogens zurückgeworfen, bengalisches Licht flammt auf, und an der Decke der

Kammern entlädt sich ein krachendes Feuerspiel mit Raketen, Leuchtkugeln und Schwärmern, und verursacht in diesen sonst so feierlich stillen Hallen ein unheimliches Getöse.

Diese unterirdische Welt, in der die Jahreszeiten nicht zur Geltung kommen, in der es keinen Winter giebt und keinen Sommer, die der Lenz nicht schmückt mit seinem Blüthenprangen, sie wirkt auf den Beschauer umso mächtiger, wenn er sich sagt, daß sie einzig und allein aus Salz besteht. Salz ist der Boden, über den er schreitet, Salz sind die Stufen, die in tiefer gelegene Kammern führen. Auch die Kunst hat sich an diesem bildsamen Materiale versucht, wovon zahlreiche Statuen von Heiligen, von Königen, ferner Obeliske und Pyramiden, betende Mönche und kunstvoll gearbeitete Kronleuchter Zeugniß geben.



Wieliczka, Kammer Kaiser Franz. Zu Seite 559.

Zu besonderer Berühmtheit gelangten im Wieliczkaer Bergwerke die beiden Kapellen und der Tanzsaal. Die größere dieser Kapellen, die St. Anton-Kapelle ist ein weites, 8 Meter hohes Gewölbe, dessen Decke von geschmackvollen, natürlich aus Salz gehauenen Säulen getragen wird; eine Kanzel und der Altar, sowie der figurale Schmuck des letzteren sind ebenfalls aus dem Salze gemeißelt. Auch zahlreiche Seen befinden sich in der Tiefe, einer der größten ist der 57 Meter lange, 23 Meter breite und an einzelnen Stellen bis zu 8 Meter tiefe See Przykos, nach dessen Uebersetzung man den großen Tanzsaal, von den Bergleuten Łotów genannt, betritt. Dieser ist so geräumig, daß eine Dorfkirche bequem darin Platz finden könnte. Sechs aus dem reinsten Salz gehauene Kronleuchter erhellen diesen Raum, und hier wurden schon oftmals

rauschende Festlichkeiten mit Musik und Becherklang, dem Gewirre froher Stimmen und dem Lachen heiterer Menschen abgehalten — tief, tief unter der Erde, über 100 Meter unterhalb des Meeresspiegels.

Ein so altes und berühmtes Bergwerk wie Wieliczka hat natürlich auch nicht immer nur ruhige und der Arbeit geweihte Tage gesehen. Wiederholt wurde die feierliche Stille der Räume durch Waffengeklirre unterbrochen, Feuersbrünste wütheten in der Tiefe, und der russische Feldherr Suwarow benützte drei Tage hindurch eine Kammer als Hauptquartier.

Eine der gefahrvollsten Katastrophen jedoch, welche über Wieliczka hereinbrach, ereignete sich im Jahre 1868 und war durch einen Wassereinbruch von bedenklichen Dimensionen verursacht. Als man nämlich in Staßfurt die Abraumsalze gefunden und deren immense Bedeutung für die Industrie und Landwirthschaft richtig erkannt hatte, trachtete man auch an anderen geeigneten Orten diese werthvollen Stoffe aufzufinden. Auch in Wieliczka war dies der Fall, und trotz der Warnungen der Geologen verfolgte man zu ungestüm einen im Hangenden angelegten Querschlag, von dem man hoffte, daß er zu den Abraumsalzen führen werde. Mit aller Macht wurde derselbe vorwärts getrieben, und man gab sich schon den größten Hoffnungen hin, als plötzlich — es war am 19. November — statt der ersehnten Kalisalze eine Wasserader angeschlagen wurde. Vermuthlich hatte man den das Steinsalz als schützende Hülle umgebenden Sandstein geritzt. Anfangs war allerdings die Menge des zufließenden süßen Wassers sehr gering, sie wuchs jedoch zusehends, und ehe man noch daran dachte, entsprechende Schutzmaßregeln gegen das Ersaufen der Baue zu ergreifen, war jede Hilfe schon unmöglich. Wohl versuchte man Dämme aufzumauern, doch das Wasser löste um diese das Salz auf, auch die Tag und Nacht unausgesetzt mit allen verfügbaren Kräften arbeitenden Pumpen waren nicht im Stande, das Unheil aufzuhalten. Es blieb sonach nichts übrig, als den immer ungestümer hereinbrechenden Fluthen die tiefer gelegenen Horizonte preiszugeben, in welche es sich gurgelnd ergoß.

Glücklicherweise verringerte sich der Zufluß des Wassers bald beträchtlich, und auch die Gefahr von Unterwaschungen und dadurch bedingter Einstürze wurde immer geringer, da sich die Fluthen mit Salz sättigten und dann nicht mehr im Stande waren, weitere Salzmengen aufzulösen. Mit dem Sinken des Wasserzuflusses gewann man auch wieder das fast schon ganz verloren gegangene Selbstvertrauen, man ging mit neuem Muthe und neuer Energie an die Arbeit, stellte große Wasserhebemaschinen auf, und den vereinten Bemühungen aller Kräfte gelang es thatsächlich die Wasser zu bewältigen.

Die Förderung solch gewaltiger Massen, die Aushöhlung des Bodens, wie sie zu Wieliczka im Laufe der Jahrhunderte stattfand, blieb jedoch nicht ohne Einfluß auf die Bodenoberfläche. Wir erwähnten schon, daß sich die Stadt Wieliczka über dem Salzbergwerke befindet, und das Terrain, auf welchem sich die Gebäude erheben, hatte eine nicht unbeträchtliche Senkung erfahren. Alle alten Gebäude

gestützt werden, und auch die schöne alte, durch manches Denkmal inter= Kirche mußte zum Opfer fallen. Man war genöthigt, sie abzutragen und inen leichteren Bau zu ersetzen.

Bergwerke zu ka sind über rbeiter beschäf= ihrlich werden hr als 800.000 entner Stein= efördert. Die e Beladung Eisenbahnwag= beträgt 100 rcentner, zur chtung des ge= en Quantums wäre also ein bestehend aus tens 8000 Wag= rforderlich.

ch auf der Süd= Karpathen und siebenbürgischen nde befinden sich tige Salzberg= unter denen enes von Ma= vár, südöstlich ausenburg, das ndste ist. Es t eine Fläche .000 Qm. und tigt 400 bis Mann, die För= beträgt rund 0 Mctr. Dieses

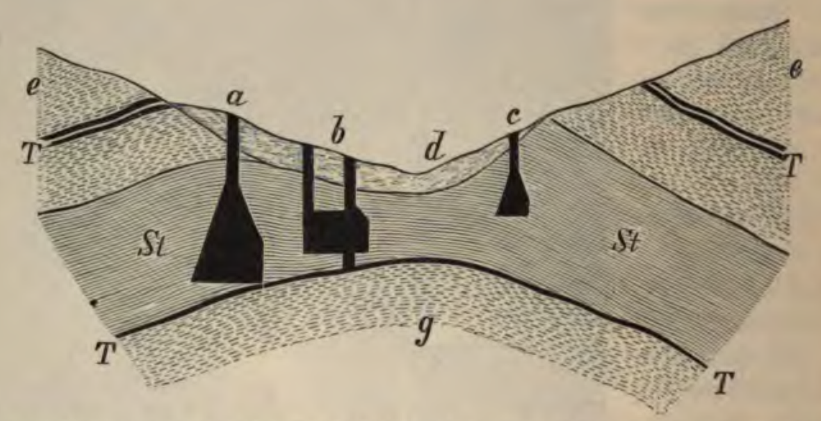


Elektrisch beleuchtete Grube im Salzwerke zu Maros-Ujvár in Ungarn.
Zu Seite 561.

erk ist deshalb interessant, weil dort zum erstenmale im größeren Maß= die elektrische Beleuchtung zur Anwendung gelangte, und zwar im Jahre 1880. ber alles Erwarten in jeder Beziehung günstigen Erfolge, die man mit dem chen Lichte erzielte, veranlaßten den Staat, welcher diese Bergwerke betreibt, die Anfangs nur provisorische Beleuchtungsanlage abzulösen. Die Arbeiter

gewöhnten sich an diese neue Beleuchtungsart so sehr — was auch bei dem großen Unterschiede gegenüber der früher üblichen Talgbeleuchtung nur zu begreiflich erscheint — daß sie die Arbeit nur gezwungen aufnahmen, als einmal wegen eines Gebrechens an der ursprünglich nur in einem Exemplare vorhandenen Betriebsmaschine die elektrische Beleuchtung nicht functionirte.

Interessant wegen der eigenthümlichen Art des Abbaues ist auch das Salzbergwerk zu Deésakna in Siebenbürgen. Dort wird der sogenannte Glockenbau ausgeübt. Nach Durchfahrung des auf dem Salze liegenden Thones wird der Schacht noch eine kurze Strecke im Salze weiter getrieben; dies hat den Zweck, um eine genügend tragfähige Decke zu gewinnen. Dann aber wird der Schacht nach allen Richtungen immer mehr erweitert, so daß schließlich Glocken- oder



Glockenbau in Deésakna. a Große Grube, b Josefi-Grube, c Kleine Grube, d Thon, e Salzthon, T Tuff, St Steinsalz, g Gyps. Zu Seite 562.

pyramidenförmige Räume entstehen, welche nur durch den vom höchsten Punkte ausgehenden Schacht mit der Oberwelt in Verbindung stehen. Diese Kammern sind häufig noch größer als jene, welche wir in Wieliczka zu bewundern Gelegenheit hatten, allerdings sind sie nicht so regelmäßig wie diese. Bei einer Höhe bis zu 150 Meter mißt ihre Bodenfläche oft 3000—4000 Qm.

Dieses Verfahren gestattet es, das Salz sehr vollständig auszugewinnen, ohne dabei die nöthige Sicherung außer Acht zu lassen. Es hat jedoch den Uebelstand, daß in jeder neu begonnenen Glocke nur nach und nach die Arbeit in vollem Umfange aufgenommen werden kann, da ja die zur Verfügung stehende Abbaufläche erst mit dem Vorrücken in größere Tiefen zunimmt. Man legt daher jetzt diese Kammern nicht mehr glockenförmig an, sondern ertheilt ihnen prismatische oder cylindrische Form, und um den Bau vor Einstürzen zu sichern, treibt man den Schacht im Salze etwas tiefer nieder, um eine Decke von größerer Mächtigkeit zu gewinnen.

Wir verlassen nun die Gewinnung des Steinsalzes durch Schrämen oder Schießarbeit und wollen nun die schon mehrfach erwähnten Sinkwerksanlagen, wie e hauptsächlich im Salzkammergute üblich sind, besprechen.

Wie wir schon erwähnten, kommt das Steinsalz nicht immer im reinen Zustande vor. Vielmehr ist es an vielen Orten mit Mergel, Anhydrit oder Gyps u einer breccienartigen Masse verkittet, welche als »Haselgebirge« bezeichnet wird. Um nun aus diesem Haselgebirge das Steinsalz zu gewinnen, geht man in der Weise vor, daß man das Salz durch Wasser in Lösung bringt und die siede- würdige Soole dann weiter verarbeitet.

Ein so gefährlicher und gefürchteter Feind nun das Wasser in allen, und esonders in den Salzbergwerken wird, wenn es ungezügelt von des Menschen Hand seine Wege selbst sucht, so wird es andererseits unter dessen Aufsicht nicht ur zu einem Helfer, welcher große Maschinen in Bewegung setzt, sondern welcher uch dem Bergmanne selbst zu nützen und zu unterstützen vermag. Dies wird urch die Anlage von Sinkwerken erreicht, deren Aufgabe darin besteht, systematisch em Haselgebirge das Salz zu entziehen.

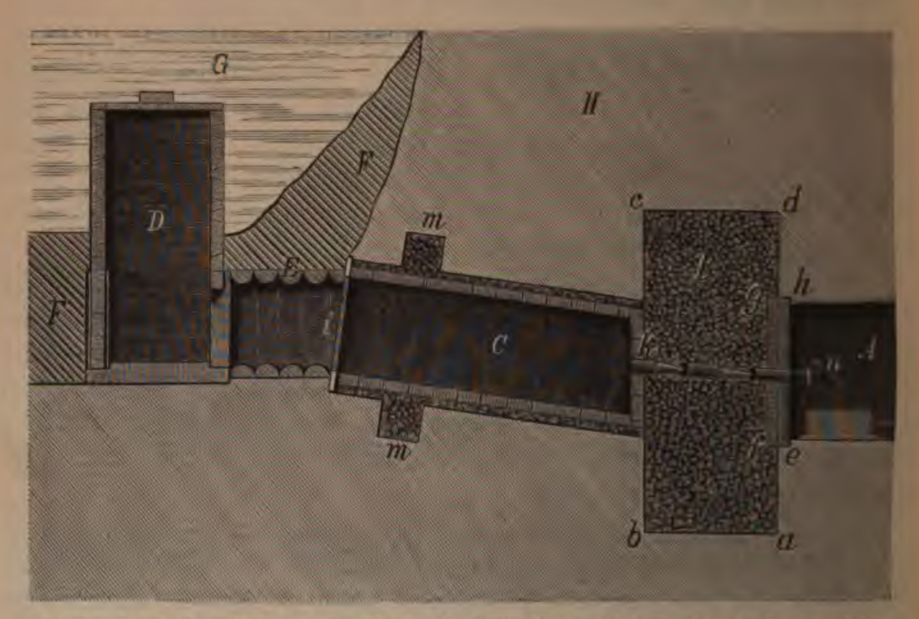
Wie aus Urkunden nachgewiesen werden kann, ist der Sinkwerksbetrieb in sehr altes Hilfsmittel der Salzgewinnung. Schon im Jahre 1094 wurden Sinkwerke zu Hallein errichtet, und bald folgten die anderen Salzbergwerke des Salzkammergutes und Tirols nach. Die rasche Aufnahme dieser Gewinnungsart rscheint auch begreiflich, wenn wir uns vorstellen, in welch müheloser Weise das Wasser die Arbeit zu verrichten vermag, und wie hierdurch die Productionskosten anz wesentlich vermindert werden.

Es wäre jedoch falsch zu glauben, daß es einzig und allein genügt, einen eliebigen Hohlraum eines Salzbergwerkes mit süßem Wasser zu füllen und dieses ch selbst zu überlassen, um eine siedewürdige Soole zu erhalten. Auch bei der Anlage von Sinkwerken sind gewisse Arbeiten nöthig, es muß das Sinkwerk stets berwacht werden, durch geeignete Anlage von Verdämmungen, sogenannten Wöhren, muß das Wasser zurückgehalten werden, und endlich müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die gesättigte Salzlösung abzuleiten und sie vorher durch Sedimen- ation von allen suspendirten Stoffen zu reinigen.

Aber auch die mit Salz gesättigte Lösung ist noch nicht fertig zum Versieden. Durch jene Maßnahmen, welche getroffen werden können, ist es nicht möglich, lle suspendirten Stoffe zurückzuhalten, die Soole ist daher immer noch trübe nd würde, in diesem Zustande versotten, nur ein unreines und unscheinbares Salz liefern. Deshalb leitet man sie, sobald sie aus dem Sinkwerke abgelassen wird, nicht direct nach dem Sudhause, sondern man läßt sie zunächst in tiefer elegene unterirdische Räume, gewöhnlich in frühere Sinkwerke, sogenannte »Ein- hlagwerke«, fließen und in diesen längere Zeit, unter Umständen bis zu einem alben Jahre stehen, wodurch eine weitere Klärung stattfindet, da innerhalb dieser

Zeit auch die leichtesten suspendirten Theilchen, welche sich am längsten schwebend erhalten, abgeschiedeu werden.

Die zur Anlage von Sinkwerken erforderlichen Aus- und Vorrichtungsbaue bestehen nun im Wesentlichen darin, daß zunächst je 30—40 Meter übereinander Stollen angelegt und diese in den Salzstock vorgetrieben werden. Dann wird in diesem, und zwar in der Richtung seiner größten Ausdehnung eine Strecke, die »Hauptschachtricht«, getrieben und von dieser in Entfernungen von 200 bis 250 Meter Querstrecken, welche »Kehren« heißen. Ueberdies werden die einzelnen



Ein Wöhrbau im Durchschnitte. A Hauptstrecke, abcd Wöhrschram, efgh Spundwand, Bm Lehmschicht, CE Canal, i Wand, D Sumpf, g Soole, F Laist, H Haselgebirge, n Hahn. Zu Seite 564.

»Hauptschachtricht« auch noch durch tonnlägige Schürfe verbunden. Zwischen den Kehren werden dann die Sinkwerksanlagen angelegt.

Man beginnt nämlich rechtwinkelig zu der unteren Kehre Strecken zu treiben und senkrecht auf diese wieder neue Gänge, so daß schließlich das ganze Feld in quadratische Pfeiler, deren jeder frei steht, zerlegt wird. Durch einen von einer höher gelegenen Strecke getriebenen Schacht wird nun dieser Hohlraum mit Wasser gefüllt, welches nach erfolgter Sättigung mit Salz auf der unteren Stollensohle wieder abgelassen wird. Um jedoch das Wasser vollständig in der Gewalt zu haben, muß eine sogenannte »Wöhre« eingebaut werden. Diese ist im Wesentlichen nichts Anderes, als eine Verdämmung, durch welche ein vorne mit einem Hahne, rückwärts mit einem Seihblech versehenes Rohr führt. An dieses, gegen das Sinkwerk zu, schließt sich ein schwach nach aufwärts gerichteter, aus Holz verfertigter Canal,

welcher in den Sumpf mündet. Dieser ist ein aus Bohlen verfertigter, oben geschlossener viereckiger Kasten, welcher im eigentlichen Sinkwerke steht. Durch die Fugen und Zwischenräume dringt die gesättigte Salzlösung ein, gelangt durch den Canal nach dem Ablaßrohre, und wird hier auslaufen gelassen.

Die Anlage eines solchen Sumpfes ist nöthig, um einerseits die abfließende Salzlösung zu klären, andererseits aber auch, um den ganzen gewaltigen Druck der Wassermasse nicht in seiner vollen Wucht auf die eigentliche Wöhre wirken zu lassen. Ueberhaupt muß bei der Anlage solcher Wöhren darauf Rücksicht genommen werden, daß das Wasser nicht neben dieser sich Bahn bricht. Zu diesem Zwecke wird die Wöhre in geschlagenen Lehm gebettet, und an einzelnen Stellen werden noch rings herum tiefere Rinnen in das Gebirge getrieben und ebenfalls mit Lehm ausgeschlagen.

Ist der Werksraum wie angegeben hergestellt, so wird er mit Wasser gefüllt, und zwar finden hierzu in der Regel im Bergwerke selbst erschrotene Wässer Verwendung. Das Wasser löst nun Salz auf, während die unlöslichen Antheile zu Boden sinken und sich dort ablagern; diese Masse wird »Laist« genannt. Indem aber das Wasser Salz löst, findet eine Contraction statt, welche sich dadurch äußert, daß das ursprünglich volle Werk nicht mehr ganz gefüllt ist, und die Decke desselben, der »Himmel«, nicht mehr mit dem Wasser in Berührung steht. Sobald dieser Fall eingetreten ist, wird neuerdings Wasser zufließen gelassen, und dasselbe stets auf solcher Höhe erhalten, daß der Himmel benetzt wird. Die concentrirte Salzlösung, welche vorzugsweise durch Lösung des Salzes aus dem Himmel entsteht, sinkt ebenfalls zu Boden, wo sie kein Salz mehr aufzulösen vermag. Das frisch zutretende Wasser nimmt aber, vermöge des Unterschiedes im specifischen Gewichte, immer die höchste Stelle im Sinkwerk ein, so daß der Himmel stets mit ungesättigtem Wasser in Berührung steht.

Die Salzsoole wird abgelassen, sobald sie sudwürdig geworden, d. h. den erforderlichen Grad der Sättigung erreicht hat. Dieser tritt ein, wenn ein Salzgehalt von 26 Procent erreicht wurde, dann sind in 100 Liter der Lösung 32 Kgr. Steinsalz enthalten.

Nach erfolgter Entleerung eines Sinkwerkes wird der Laist entfernt, der Himmel abgeebnet, der Sumpf erhöht und nun neuerdings Wasser zutreten gelassen. Es erhellt daher aus der Art dieses Betriebes, daß ein Sinkwerk nach aufwärts vorrückt, indem der Himmel abgeätzt wird, während sich der Boden erhöht. Dies kann so lange fortgesetzt werden, bis der Zwischenraum zwischen dem Himmel und dem darüber liegenden Stollen zu gering wurde, um noch, ohne die Gefahr eines Verbruches hervorzurufen, weiter geschwächt zu werden.

Sowohl das in das Sinkwerk geleitete Süßwasser, als auch die abfließende Soole werden einer Messung mit Hilfe eigener Meßvorrichtungen unterzogen, dann erst tritt die Soole in die Soolenleitung ein. Auch im Sudhause wird sie in der Soolstube abermals gemessen, und nur auf diese Weise ist es möglich, zu con-

statiren, ob die oft viele Kilometer langen und mit großer Kühnheit angelegten Soolenleitungen auch vollkommen dicht sind oder ob nicht große Verluste durch Undichtigkeiten derselben bedingt werden.

Da das Haselgebirge nicht nur aus Chlornatrium und in Wasser unlöslichen Stoffen besteht, ist es begreiflich, daß auch die Soolen durchaus keine reinen Salzlösungen bilden. Vielmehr enthalten diese noch neben Chlornatrium eine große Menge anderer löslicher Salze und sonstiger Stoffe, welche jedoch durch das Versieden der Soole von dem Salze selbst getrennt werden. Die in Dürenberg erzeugte Soole der Saline Hallein enthält beispielsweise:

Chlornatrium	24·52 Gr.
Chlorkalium	0·09 »
Chlormagnesium	1·99 »
Bromnatrium	0·01 »
Gyps	1·72 »
Schwefelsaures Natrium	0·09 »
Kohlensauren Kalk	Spur
Kieselsäure	0·01 Gr.
Mangan	Spur
Thonerde	»
Organische Substanz	»

Der Sinkwerksbetrieb eignet sich naturgemäß nur im gebirgigen Terrain. Zur Ausbeutung solcher Salzlager dagegen, welche in der Ebene sich befinden, müssen andere Verfahren angewendet werden. Und zwar geht man in der Weise zu Werke, daß man einen Schacht niedertreibt, bis man auf eine Soolquelle trifft. Je nach den localen Verhältnissen wird nun diese entweder vermöge des hydrostatischen Druckes im Schachte in die Höhe steigen und ausfließen, oder aber sie muß mit Hilfe von Pumpen gehoben werden. Gewöhnlich hat man dann auch Sorge zu tragen, daß keine süßen, sogenannte »wilde Wässer« zur Soole gelangen und diese verdünnen, es muß daher unter Umständen die wasserdichte Schachtausmauerung (Cüvelage), welche wir schon an früherer Stelle besprachen, oder die Anlage von Senkschächten vorgenommen werden. Dadurch wird aber die Anlage eines solchen Soolschachtes wesentlich vertheuert. Kommt dazu noch, daß die Soole nur wenig Salz enthält, also wenig concentrirt ist, so stellen sich hierdurch die Productionskosten des Salzes noch wesentlich höher, da eben bedeutend mehr Wasser verdampft werden muß, wie wenn eine stärkere Soole zur Verarbeitung gelangt.

Man hat deshalb die Anlage von Soolschächten fast allgemein aufgegeben und beschränkt sich darauf, die Soole durch Bohrlöcher zu erschließen. Dieses Verfahren empfiehlt sich hauptsächlich dann, wenn die geologischen Anzeichen darauf hinweisen, daß reichhaltige Soolen erst in bedeutenderen Tiefen anzutreffen sein

werden, und wenn die Abteufung eines Schachtes durch die nöthige Abhaltung zusitzender Wasser wesentlich vertheuert würde.

Es wird also ein Bohrloch niedergetrieben und nun sind zwei Fälle möglich, entweder man erbohrt eine siedewürdige Soole, diese wird dann aus dem entsprechend verrohrten Bohrloche mittelst Soolpumpen gehoben, wenn sie nicht vermöge des hydrostatischen Druckes selbst in diesem emporsteigt, oder aber, die erwartete Soole bleibt aus. Dann wird in das entsprechend verrohrte Bohrloch eine Pumpe eingehangen und zwischen dieser und der Verrohrung Wasser einfließen gelassen. Das Wasser sättigt sich dann in der Tiefe mit Salz und wird mit Hilfe der Pumpe gehoben. Es entsteht auf diese Weise ein sich immer mehr vergrößernder Hohlraum, welcher ursprünglich vom Salze erfüllt war.

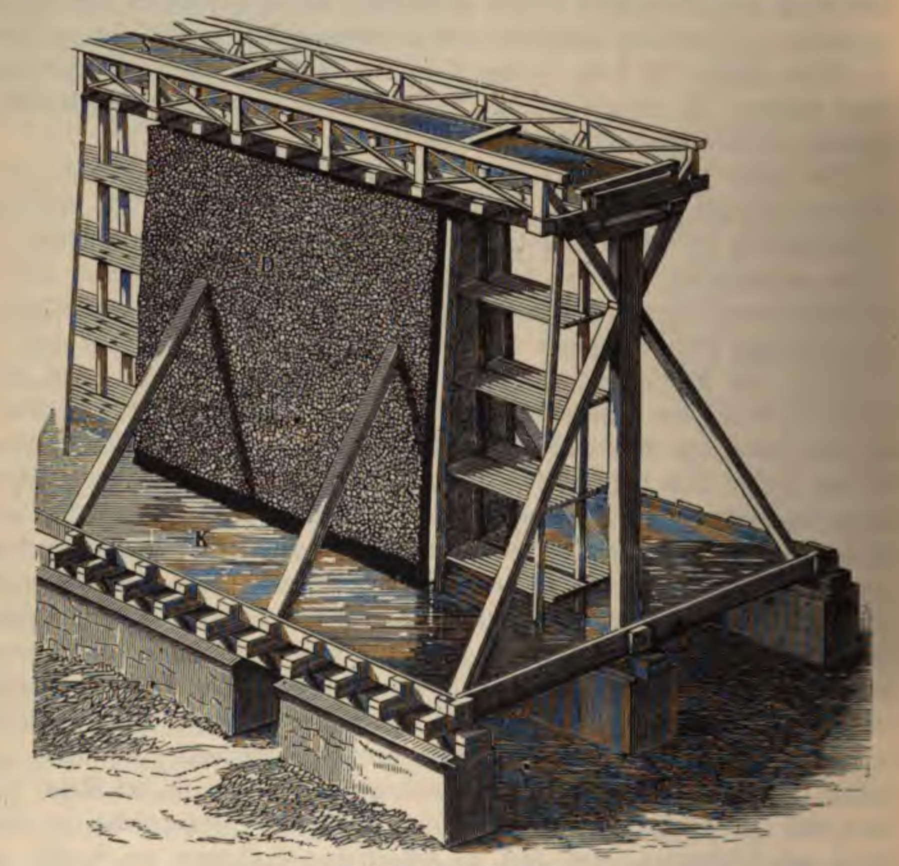
So einfach und natürlich dieser Vorgang erscheint, so ist er doch mit verschiedenen Nachtheilen gegenüber dem Sinkwerksbetriebe verbunden. Bei letzterem ist man nämlich im Stande, die Einwirkung des Wassers auf das salzführende Gebirge zu begrenzen, und man kann beispielsweise verhindern, daß auch andere die Soole verunreinigende Salzlager angegriffen werden; bei reinen Salzlagern spielt allerdings dieser Uebelstand keine besonders große Rolle. Man ist bei der Ausbeutung von Salzlagern mittelst des Bohrlochbetriebes aber nicht im Stande, den sich am Boden des entstehenden Hohlraumes ansammelnden Laist zu entfernen, und unter Umständen kann dieser dann eine so dichte undurchdringliche Decke bilden, daß das Wasser nicht mehr zu den darunter gelegenen Salzschichten zu gelangen vermag. Es wird dann die erpumpte Soole immer schwächer und schwächer und endlich nicht mehr siedewürdig, und dann muß das theuere Bohrloch verlassen werden.

Außerdem gelingt es nicht, eine Soole von solcher Concentration zu erhalten, wie beim Sinkwerksbetriebe. Es kann auch das Salzlager nicht in gleicher Weise rationell abgebaut werden, da zwischen je zwei Bohrlöchern ein größerer Zwischenraum bleiben muß, welcher sich der Einwirkung des Wassers entzieht. Und schließlich ist noch eines zu bedenken. Durch die Anlage solcher Bohrlöcher, durch die Auflösung des Salzes werden in der Tiefe bedeutende Hohlräume geschaffen, von deren Ausdehnung und Erstreckung man sich in der Regel kein klares Bild zu machen vermag. Und diese Hohlräume können dann zu Einstürzen und Verbrüchen, oder doch zu bedenklichen Senkungen des darüber gelagerten Terrains Veranlassung geben....

Liegt nun eine Soole von genügender Concentration vor, so wird sie versotten, d. h. es wird durch Erwärmung soviel Wasser entfernt, bis sich aus der zurückbleibenden höchst concentrirten Salzlösung Salz ausscheidet. Sind aber diese Bedingungen nicht gegeben, ist also die Soole zu verdünnt und daher nicht siedewürdig, so wird sie vorher auf eine höhere Concentration gebracht. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder durch Auflösen von Steinsalz, oder aber durch Verdunstung von Wasser. Um Brennmateriale zu ersparen, wird man aber den letzteren Vorgang in einer solchen Weise auszuführen trachten, daß die

Kosten, die dabei erwachsen, so gering sind als nur möglich. Dies wird am einfachsten erreicht, indem man die Soole der freiwilligen Verdunstung überläßt; um diese aber zu beschleunigen und rascher eine siedewürdige Soole zu erlangen, wendet man die Gradirung an.

Die **Gradirung** besteht im Wesentlichen darin, daß die zu concentrirende Soole aus hochgelegenen Reservoirs über eine aus Dornen und Reisig gebildete



Gradirwand. Zu Seite 568.

Wand laufen gelassen wird. Dabei vertheilt sie sich auf einer sehr großen Oberfläche und bewegt sich nur langsam nach abwärts, wodurch schon die Verdunstung wesentlich beschleunigt wird. Um diese aber noch mehr zu beschleunigen, werden die Gradirhäuser so aufgestellt, daß sie der Quere nach von der an Ort und Stelle häufigsten Windrichtung durchstrichen werden. Indem nun auf diese Weise die Soole auf einer großen Oberfläche vertheilt und bewegter Luft ausgesetzt ist, verliert sie sehr rasch und beträchtliche Mengen Wasser und langt schon wesentlich concentrirter in dem unterhalb der Dornenwand befindlichen Reservoir an.

hier wird sie auf ein zweites und eventuell drittes Gradirwerk geleitet und so lange fortgesetzt, bis die erfahrungsgemäß zweckmäßigste Concentration icht wurde. Mit Hilfe des Gradirens ist man jedoch nicht im Stande, den alt der Soole an Salz über 22—23 Procent zu steigern.

So zweckmäßig das Gradiren auch auf den ersten Blick erscheinen mag, so es doch immer mehr und mehr verlassen, und zwar deshalb, da die Arbeit sehr langsame ist und da ziemlich bedeutende Salzverluste nicht vermieden den können. Diese kommen einerseits dadurch zu Stande, daß die Soolbehälter



Sudhaus in Hallstatt. (Nach einer Photographie.) Zu Seite 570.

Leitungen nicht dicht sind, andererseits aber auch durch Verwehen von Salz- ng durch den Wind, durch Hängenbleiben von Soole im Gradirwerke und schließen von Salz in den sich an den Reisigbündeln abscheidenden Incrusta- en u. s. f. Unter Umständen können diese Verluste bis zu 20 Procent be- gen.

Durch die Gradirung wird aber nicht nur eine Anreicherung der Soole an lz, sondern auch eine theilweise Reinigung derselben erreicht. An den Reisig- deln, über welche die Soole fließt, setzen sich nämlich Gyps, kohlensaurer Kalk Magnesia, sowie Eisenoxyd als sogenannter Dornstein ab, welcher auch inge Mengen Kochsalz einschließt. Letztere Menge würde aber weitaus größer , wenn man eine stärkere als eine 23procentige Soole über das Gradirwerk ren würde.

Der Dornstein bildet mit der Zeit immer dickere Krusten, er verengt nach und nach die Zwischenräume in den Wänden und beeinträchtigt dadurch den Erfolg der Gradirung. Deshalb muß von Zeit zu Zeit, gewöhnlich nach Ablauf mehrerer Jahre, eine Auswechselung der Reisigbündel vorgenommen werden.

Ist die Salzsoole siedewürdig geworden, so wird sie in große Pfannen aus Eisenblech gebracht und in diesen versotten, was in den sogenannten Salzkoten oder Sudhäusern geschieht. Das Princip des Versiedens besteht darin, daß durch Erwärmung Wasser verdampft und dadurch das Salz seines Lösungsmittels beraubt wird. Dies geschieht jedoch nicht in einer Operation, sondern zunächst wird die Soole so lange erhitzt, bis sich an der Oberfläche derselben Salzkrystalle abzuscheiden beginnen. Man bezeichnet diesen Vorgang als das »Stören«. Dann wird die Soole in eine andere Pfanne abfließen gelassen und in dieser fertig verkocht, welche Operation »Soggen« genannt wird.

Die Zerlegung des Verdampfens in diese zwei Operationen hat ihren besonderen Grund. Wie wir schon erwähnten, enthält keine Salzsoole ausschließlich Chlornatrium, vielmehr sind auch andere und minder lösliche Salze als das Kochsalz vorhanden. Diese scheiden sich nun während des Störens ab, und der entstehende Niederschlag enthält Gyps, Eisenoxyd, kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia, ferner schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia und organische Substanz, aber nur sehr wenig Kochsalz. Während des Störens wird der Inhalt der Pfanne stets in lebhaftem Kochen erhalten, um zu verhindern, daß sich eine größere Menge dieses Niederschlages als sogenannter »Pfannenstein« an den Wandungen der Pfanne ansetzt, der sich pulverförmig abscheidende Antheil desselben wird mit Krücken entfernt.

Es findet also eine Reinigung der Soole durch das Stören statt, so daß durch das nun folgende Soggen ein wesentlich reineres Product erhalten wird. Das Soggen besteht nun darin, daß bei einer geringeren Temperatur, etwa bei 75—90° die Verdampfung fortgesetzt und das sich hierbei an der Oberfläche der Flüssigkeit ausscheidende Salz ausgekrückt wird. Je weniger dabei die Flüssigkeit umgerührt wird, je ruhiger der Proceß der Krystallisation verläuft, desto größere Salzkrystalle werden erhalten, dagegen wird bei gestörtem Soggen das Product feinkörnig und kleinkrystallinisch.

Das Sudsalz ist zunächst rein weiß, es wird in einen oberhalb der Pfanne befindlichen Raum gebracht, wo es verbleibt, bis der größte Theil der Mutterlauge abgetropft ist. Dann gelangt es in die Trockenstube, wo es bei einer Temperatur von 60—65° getrocknet wird.

Je länger man das Soggen fortsetzt, desto unreiner und gelber wird das erhaltene Product. Endlich wird es so unrein, daß es nicht mehr verwendbar wäre. Die hinterbleibende Mutterlauge wird abgelassen. Um unreines Salz zu reinigen, wäscht man es mit reiner, heißer Soole wiederholt aus und trocknet es.

›s feinste Tafelsalz wird in Centrifugen ausgeschleudert und in verzinnten ıpfergefäßen durch eingeblasene warme Luft getrocknet.

Diese Art der Verdampfung stellt eigentlich die einfachste Art der Salzwinnung vor; man war jedoch vielfach bestrebt, durch Anwendung besonderer ›parate die Verdampfung nicht nur zu beschleunigen, sondern auch billiger zu stalten. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Apparate empfohlen, so geschlossene ›rdampfkörper, in welchen die Verdampfung durch Verminderung des Luftıckes beschleunigt wird, Rundpfannen mit Rührwerk u. s. f. Es würde uns zu it führen, alle diese Constructionen auch nur flüchtig zu besprechen, die weitaus ößte Menge des Sudsalzes wird doch noch immer durch Verdampfen in den schriebenen Pfannen gewonnen.

Auch die Salzseen werden vielfach zur Gewinnung des Salzes herangegen. Sie erhalten das Salz entweder durch salzführende Flüsse, theils durch ısłaugen salzhaltiger Thone oder direct aus dem Boden, wenn dieser ursprüngh Meeresgrund gewesen. Sind nun die Zuflüsse von süßen Wassern nur gering ıd versiegen diese im Sommer nahezu vollständig, so daß die täglich durch Einirkung der Sonne und des Windes verdunstende Wassermenge größer ist als ıe, welche die spärlichen Zuflüsse bringen, so erfährt die Salzlösung nach und ıch eine Concentration, welche soweit gehen kann, daß Salz zur Abscheidung langt. Dann bilden sich Krusten von Salz an den Ufern des Sees, große Mengen ›eiden sich jedoch auch an der Oberfläche aus, vereinigen sich und sinken zu Boden.

Dieses Salz wird nun während der Sommermonate gewonnen. Die Arbeiter, elche gewöhnlich hohe Stiefel tragen, um sich wenigstens etwas gegen die ätzende Birkung der Salzlösung zu schützen, steigen in das Wasser und lösen die Salzusten mit Hilfe einer hölzernen Schaufel ab. Die einzelnen Stücke werden dann ıs Ufer gezogen, mit dem Wasser des Sees abgespült, um sie von dem anıftenden Schlamme zu reinigen und schließlich zu großen Haufen geschichtet, o sie längere Zeit liegen bleiben. Dabei überziehen sie sich mit einer harten ruste von Staub und Sand, welche einen ausgezeichneten Schutz gegen das Einringen von Regen und Staub bildet.

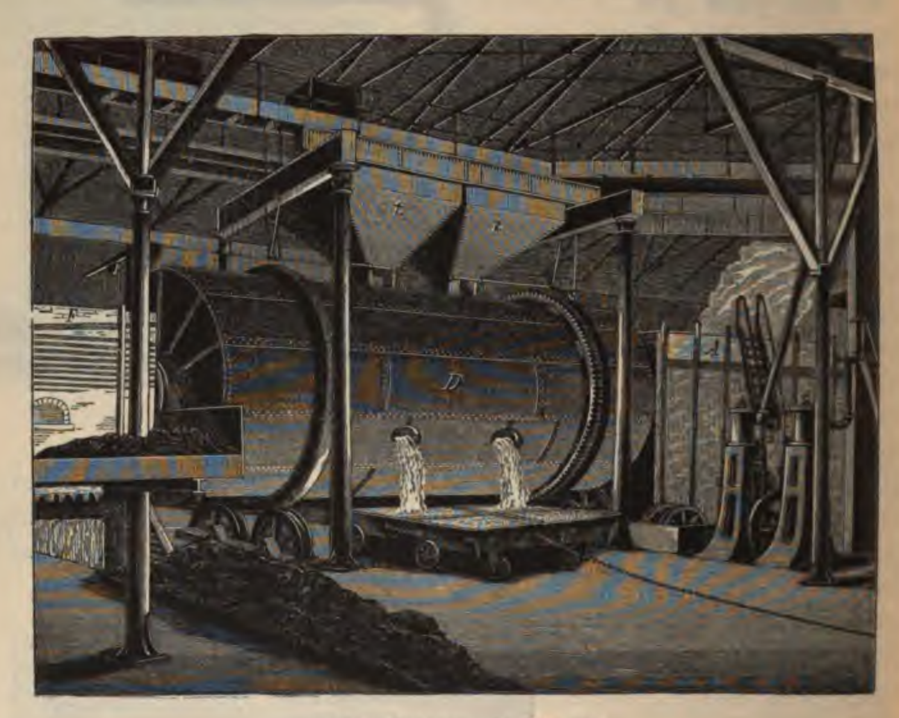
Begreiflicherweise ist solches Salz weit weniger rein als das durch Vereden gewonnene, denn außer Sand und Schlamm enthält es stets auch eine rößere Menge fremder Salze, so daß der Gehalt an Chlornatrium selten 90 bis 5 Procent übersteigt. Trotzdem wird jährlich eine große Menge Salz aus olchen, in wüsten Steppen gelegenen Salzseen gewonnen, und ein großer Theil er Bevölkerung Asiens consumirt fast ausschließlich solches Salz.

Die billigste Art der Gewinnung des Salzes ist unstreitig jene in den ogenannten Salzgärten, doch ist dieser Vorgang nur in warmen Ländern rentabel. Ausgedehnte Salzgärten finden sich an den Küsten des Mittelländischen Meeres, ferner auf den Bahama-Inseln im Golf von Mexiko, an der dalmatinischen Küste u. s. f.

vom Kochsalze ausgeht, das erstrebte Ziel jedoch auf anderem Wege erreicht. Das Leblanc'sche Verfahren der Sodadarstellung zerfällt in folgende Einzelprocesse:

Umwandlung von Kochsalz in schwefelsaures Natrium durch Erhitzen mit Schwefelsäure, wobei Salzsäure entweicht.

Ueberführung des schwefelsauren Natriums in kohlensaures Salz durch Glühen mit Kohle und kohlensaurem Kalk. Dabei entstehen große Mengen von Schwefelnatrium, welche sich in den Rückständen anhäufen und ihres höchst üblen Geruches wegen früher zu mancherlei Calamitäten Anlaß gaben.



Drehbarer Sodaofen. Zu Seite 577.

Reinigung der Rohsoda, und endlich

Regenerirung des Schwefels aus den Rückständen, welcher in den mit den Sodafabriken verbundenen Schwefelsäurefabriken abermals in Schwefelsäure übergeführt und als solche zur Darstellung neuer Mengen Soda verwendet wird.

Die Darstellung der Soda geschieht in folgender Weise:

In den Raum G des Sulfatofens (siehe die Abbildung auf S. 575) wird Kochsalz gebracht und unter mäßiger Erwärmung mit Schwefelsäure vermengt.

Es wird Salzsäure frei, welche nahezu vollständig durch das Rohr MM' entweicht. Früher jagte man diese Salzsäure in die Luft und sah sie als werthloses und höchst lästiges Nebenproduct an. Bald gewann sie aber sehr an

Bedeutung, und deshalb wird sie in Coaksthürmen, das sind mit Coaksstücken, über welche permanent Wasser rieselt, gefüllte Thürme, aufgefangen. G wird mittelst der Verbrennungsgase von A, welche um die Abtheilung E herum durch den Canal FF in die Esse entweichen, erwärmt. G kann von E durch den Schieber K während dieses Theiles der Operation abgeschlossen werden. Um das Kochsalz vollständig in schwefelsaures Natrium überzuführen, und um auch alle Salzsäure auszutreiben, wird nun die Mischung nach dem Raume E gebracht und hier stark durch die Flamme der Feuerung erhitzt.

Das dem Sulfatofen entnommene schwefelsaure Natrium wird nun der zweiten Operation, der Umwandlung in Rohsoda, unterzogen. Zu diesem Zwecke werden je 100 Theile Sulfat mit 90—120 Theilen Kreide oder Kalkstein und 40 bis 75 Theilen Kohle in Flammöfen erhitzt. Schließlich wird die Rohsoda mit Wasser ausgelaugt und die Lösung in terassenförmig aufgestellten flachen Pfannen eingedampft, wobei man das sich ausscheidende Salz durch Auskrücken entfernt.

Auch die Construction der Sodaöfen hat in neuerer Zeit manche wichtige Verbesserung erfahren. So verwendet man jetzt in vielen Sodafabriken drehbare Sodaöfen oder Revolver, in welchen der Herd durch einen um die horizontale Achse drehbaren Cylinder ersetzt ist. Die Abbildung auf Seite 576 veranschaulicht eine solche Anlage. F ist die Feuerung, D der eigentliche Revolver, welcher aus Schmiedeeisen verfertigt und innen mit feuerfestem Materiale ausgekleidet ist.

An der Außenseite trägt er zwei Stahlringe, welche auf vier kleinen Rädern ruhen. Die Drehung des Revolvers erfolgt mit Hilfe einer kleinen Dampfmaschine. Das Rohmateriale wird durch die Trichter t eingeführt; um wenigstens einen Theil der abziehenden Wärme nutzbar zu machen, sind die Rauchgase gezwungen, bevor sie in den Schlot gelangen, noch Abdampfpfannen A zu bestreichen.

Ist der Cylinder mit der Charge beschickt, so läßt man die Hitze ungefähr 10 Minuten auf dieselbe wirken, und dann wird der Cylinder um 180° gedreht. Nach je 5 Minuten wird dieser Vorgang wiederholt, bis der Proceß beendet ist. Schließlich wird die flüssige Rohschmelze durch zwei während der Operation verschlossene Oeffnungen in eiserne, auf Räder montirte Gefäße abfließen gelassen. Ein solcher Revolver ersetzt 18 gewöhnliche Oefen und nimmt nur den Raum dreier ein.

Der Ammoniaksodaproceß beruht auf der Wechselwirkung zwischen Ammoniumbicarbonat und concentrirter Kochsalzlösung bei gewöhnlicher Temperatur. Es entsteht Chlorammonium (Salmiak) und schwer lösliches doppeltkohlensaures Natrium, welches sich abscheidet. Durch Erhitzen wird es in einfachkohlensaures Natrium, in Soda, übergeführt.

Es würde uns zu weit führen und der gesammte Umfang dieses Werkes würde nicht hinreichen, wollten wir alle jene Industrien und Gewerbe näher besprechen, bei welchen noch Kochsalz zur Anwendung gelangt, so interessant diese Gebiete auch sind. Wir wenden uns vielmehr nun einer anderen Art von Salzen

zu, welche ebenfalls für die Industrie die höchste Bedeutung besitzen. Es sind dies die Abraumsalze, welche zu Staßfurt in Deutschland und zu Kalusz in Galizien in bedeutender Menge gewonnen werden.

Zu Staßfurt bestand schon seit alter Zeit ein Salinenbetrieb, der jedoch erst im vergangenen Jahrhunderte eine hervorragende Bedeutung erlangte. Die Saline gehörte Anfangs dem Herzoge von Anhalt, ging aber später an eine adelige Pfännerschaft über, welche sie im Jahre 1796 an den preußischen Fiscus verkaufte; dieser stellte im Jahre 1839 den Betrieb vollkommen ein. Da aber in den Dreißigerjahren an verschiedenen Punkten im Thüringer Becken südlich vom Harze Steinsalz erbohrt war, konnten sich die Salinen nicht mehr mit der Verarbeitung einer schwachen Soole begnügen, daher ließ die Regierung auch im Magdeburg-Halberstädter Becken Tiefbohrungen anstellen.

In Staßfurt wurde — wie Precht des Näheren anführt — 1839 ein Bohrloch angesetzt, welches 1843 in einer Tiefe von 256 Meter die oberste Decke des Salzgebirges erreichte. Im Steinsalze wurde noch 325 Meter weiter gebohrt und dann die Arbeit bei einer Gesammttiefe von 581 Meter eingestellt, ohne daß das Liegende des Steinsalzes erreicht worden wäre. Das Resultat dieser Bohrung war jedoch deshalb ein ganz unerwartetes, da man statt einer gesättigten Kochsalzlösung eine Salzlösung mit hohem Chlormagnesium- und Chlorkaliumgehalte erbohrte. Obgleich das Chlormagnesium in der aus der Tiefe des Bohrloches gewonnenen Soole noch immer vorherrschte, so wurde doch diese Thatsache von Karsten und Marchand dahin gedeutet, daß nur die oberste Partie des Salzes aus leicht löslichen Magnesiasalzen bestehen könne und in größerer Tiefe reines Steinsalz zu erwarten sei.

Da nun zu jener Zeit die bergmännische Gewinnung von Steinsalz, ganz abgesehen von der wissenschaftlichen Bedeutung der Aufschließung des erbohrten Salzlagers, von der größten Wichtigkeit war, so fühlte sich die preußische Regierung trotz des ungünstigen Resultates dieser Bohrung doch bewogen, den Steinsalzbergbau zu Staßfurt durch zwei Schächte zu eröffnen. Diese Schächte — »Manteuffel« und »von der Heydt« — wurden 1852 angehauen und binnen fünf Jahren 330 Meter bis auf das Steinsalz niedergebracht, nachdem in einer Tiefe von 256—280 Meter die Magnesia-Kalisalze durchörtert waren.

Auch die Regierung des angrenzenden Anhalt sah sich durch die auf preußischer Seite erzielten günstigen Aufschlüsse bewogen, auf ihrem Gebiete in der Nähe von Staßfurt ebenfalls einen Tiefbau auf Steinsalz ins Leben zu rufen, und später traten noch die Salzbergwerke »Neu-Staßfurt« in Löderberg bei Staßfurt und »Douglashall« bei Westerregeln hinzu, welch letzteres dann mit der gleichzeitig erbauten Chlorkaliumfabrik in eine Actiengesellschaft umgewandelt wurde. Der östlich von Staßfurt abgeteufte Schacht »Ludwig II.« wurde seinerzeit verlassen, da man hier nur Steinsalz an Stelle der erhofften Kalisalze fand, seit einer Reihe von Jahren wird er jedoch von einer Gewerkschaft wieder flott betrieben.

Das große Salzlager des Magdeburg-Halberstädter Beckens gehört dem Buntsandsteine an. Die Entstehung haben wir uns in ähnlicher Weise zu denken, wie jene der großen Steinsalzlager überhaupt: durch Verdunstung des Meerwassers während der wärmeren Jahreszeit gelangten 8—9 Cm. starke Schichten von Kochsalz zur Abscheidung, während sich im Winter aus dem frisch zufließenden Meerwasser Gyps absonderte. Diese Aufeinanderfolge der Absonderungen hatte die Bildung ziemlich scharf voneinander abgegrenzter Schichten im Gefolge, welche als »Jahresringe« bezeichnet zu werden pflegen. Die Stärke dieser Gypsschichten beträgt durchschnittlich 7 Mm., und der Gehalt des Salzlagers an Gyps ungefähr 8 Procent. Aus diesen Daten läßt sich nun berechnen, unter der allerdings nicht ganz einwandfreien Annahme, daß thatsächlich im Laufe eines Jahres nur eine solche Gypsschicht zur Ablagerung gelangte, daß zur Bildung dieses Lagers ein Zeitraum von 15.000 Jahren erforderlich war! Nun fehlt uns aber jeder Anhalts-



Schnitt durch die Staßfurter Salzlager. b Sandstein und Kalkstein, c Gyps und Anhydrit, d Salzthon, e Abraumsalze, f Steinsalz. Zu Seite 579.

punkt, welcher Zeitraum verstrichen sein mag, seit der Abscheidung des letzten, jüngsten Jahresringes. Das wirkliche Alter dieses Lagers entzieht sich also ganz unserer Berechnung.

Während sich aber diese enormen Massen von Steinsalz ausschieden, sammelten sich in der Mutterlauge bedeutende Mengen leicht löslicher Salze, und zwar sowohl Kalium- als auch Magnesiumsalze an. Diese gelangten dann, als das Zuströmen von Meerwasser durch eine Hebung des Bodens oder Versandung der Meerenge unterbrochen wurde, durch den fortdauernden Verdunstungsproceß in verschiedener Form zur Abscheidung. An Stelle des Gypses (Anhydrit) traten im Steinsalz zunächst Schnüre von Polyhalit, einem Gemenge von schwefelsaurem Kalium, Magnesium und Calcium, auf. Diesem Vorkommen verdankt diese etwa 60 Meter mächtige Steinsalzschicht den Namen »Polyhalitregion«. In der nun folgenden Ablagerung wurde das noch vorherrschende Steinsalz durch Kieserit und Carnallit verunreinigt; letzteres Salz gewinnt immer mehr die Oberhand und endlich geht das Salzgemenge in ein bauwürdiges Carnallitlager über.

Der Carnallit — ein Gemenge von Chlormagnesium und Chlorkalium — bildet in einer Mächtigkeit von ungefähr 25 Meter das Hangende des ganzen Salzlagers; er ist aber mit Steinsalz und Kieserit derart durchwachsen, daß die Carnallitregion durchschnittlich aus 55 Procent Carnallit, 26 Procent Steinsalz, 17 Procent Kieserit und 2 Procent Anhydrit und Thon besteht. Ferner sind im Carnallit auch Knollen von Boracit eingelagert; diese werden durch Ausklauben gewonnen. In der reinsten Varietät ist der Carnallit vollkommen weiß, meistens aber durch beigemengte organische Substanzen und Thon grau bis schwarz oder durch Eisenoxyd in den verschiedensten Farbennuancen roth gefärbt. An feuchter Luft zerfließt der Carnallit, in Wasser ist er leicht löslich; er bildet sich nur aus einer chlorkaliumhaltigen Chlormagnesiumlösung, welche von letzterem Salze mindestens 26 Procent enthält.

Der stets in Gesellschaft des Carnallits auftretende Kieserit (schwefelsaure Magnesia mit einem Molecül Wasser) ist amorph und durchscheinend, an der Luft wird er durch Wasseraufnahme trübe und geht in Bittersalz über. Die Bildung des Kieserits war durch die Fähigkeit des in der Mutterlauge in großer Menge enthaltenen Chlormagnesiums, Wasser anzuziehen, bedingt; dadurch wurde die Krystallisation dieses Salzes in der gewöhnlichen Form, nämlich mit 7 Molecülen Krystallwasser, verhindert.

Die Carnallitbildung wurde unterbrochen durch die Ablagerung einer etwa 8 Meter mächtigen Salzthonschicht, welche sich theils durch Anschlämmung, theils durch Fällung von Magnesia in der concentrirten, größtentheils Chlorkalium und Chlormagnesium enthaltenden Mutterlauge niederschlug und eine schützende Decke gegen das Fortwaschen der abgeschiedenen Mutterlaugensalze bei einer späteren Ueberfluthung des Beckens bildete.

Der im Wesentlichen aus drei Schichten bestehende Salzthon enthält am Liegenden vorzugsweise Calciumsulfat, in der Mitte ungebundene Magnesia und Thonerde und am Hangenden neben Thon 40—50 Procent Magnesiumcarbonat. Ueberlagert wird er von einer 40—90 Meter mächtigen Anhydritschichte, deren Entstehung mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine erneute Ueberfluthung des vom Meere längere Zeit abgeschlossenen Salzbeckens schließen läßt. Der Anhydrit bildet durchwegs das Liegende des bunten Sandsteines, nur an einzelnen Punkten befindet sich zwischen beiden Gebirgsschichten noch ein jüngeres Steinsalzlager in wechselnder Mächtigkeit von 40—120 Meter, welches jedoch erst entdeckt wurde, als die Baue zu Neu-Staßfurt schon 15 Jahre bestanden. Von dem älteren unterscheidet sich dieses jüngere Steinsalz wesentlich durch die größere Reinheit, da es im Durchschnitte 97·5—98 Procent Chlornatrium enthält und die aus Polyhalit bestehenden, kaum sichtbaren Jahresringe bis zu 30 Cm. von einander entfernt sind.

Die Bildung dieses Steinsalzlagers haben wir uns in der Weise vorzustellen, daß während der Ablagerung des jüngeren Steinsalzes das Magdeburg-Halber-

städter Becken im Allgemeinen trocken war, und nur in den am tiefsten gelegenen Stellen eine concentrirte Chlornatriumlösung zur Krystallisation gelangte, welche sich am Rande des Beckens durch Auflösen der Polyhalitregion des älteren Steinsalzes bildete. Das locale Auftreten und das vollständige Ausgehen dieses Flötzes auf die Entfernung von einigen hundert Metern in der Streichlinie liefert den Beweis, daß die verdunstete Kochsalzlösung nur eine geringe Tiefe gehabt haben kann und sich nur in den Mulden ansammelte, in welchen der Anhydrit in geringer Mächtigkeit auftrat. Denn hätte es seine Entstehung der Verdunstung einer tieferen Meerwasserschicht zu verdanken, so müßte es eine weit größere Ausdehnung besitzen, als bisher nachgewiesen werden konnte. Dieses jüngere Steinsalzlager wurde bisher in Neu-Staßfurt im Schacht »Achenbach« und »Ludwig II.« angehauen.

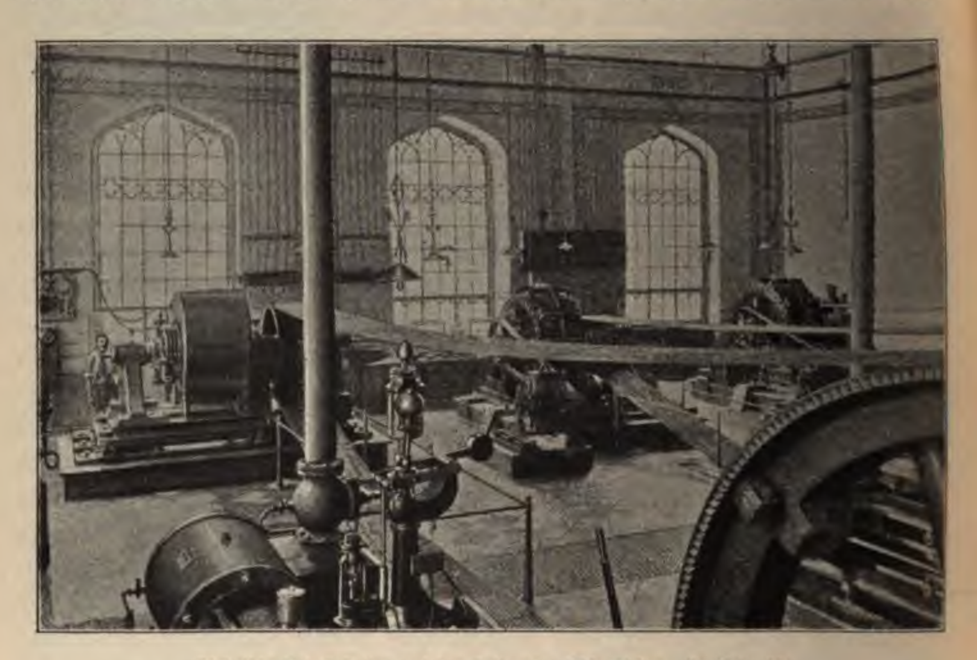
Mit dieser Periode war aber die Salzablagerung im Magdeburg-Halberstädter Becken beendet, und nun füllte sich die im Allgemeinen noch ebene Mulde mit buntem Sandsteine an, welcher dann später stellenweise von noch jüngeren Gebirgsschichten überlagert wurde. In diesem Zustande befindet sich aber gegenwärtig das Salzlager nicht mehr. Eine sattelförmige Erhebung in der Richtung von Südost nach Nordwest, der sogenannte Staßfurt-Egelner-Roogensteinsattel, theilt das Becken in zwei Theile; zu beiden Seiten des Sattels traten die Salzschichten aus, wurden aber im Laufe der Zeit durch die eindringenden Gewässer so weit gelöst, daß gegenwärtig die oberste Steinsalzpartie erst bei 70 Meter angetroffen wird. Der leicht lösliche Carnallit wurde noch in weit größerer Tiefe fortgewaschen und wird als bauwürdiges Lager erst in einer Tiefe von 200 Meter angetroffen. In welchem Umfange das Kalisalzlager nach der Zerstörung des Salzthones und Anhydrits gelöst wurde, läßt sich nach den bisher gemachten Erfahrungen nicht genau angeben, jedenfalls ist aber die Annahme gerechtfertigt, daß der weitaus größte Theil des ursprünglich abgelagerten Carnallits auch heute noch im unveränderten Zustande vorhanden ist.

Dieser durch das von oben hinzutretende Wasser bewirkte Lösungs- und Auslaugungsproceß vollzog sich in verschiedener Weise. War die Einwirkung des Wassers nur von geringer Dauer, so wurde aus dem Carnallit nur das Chlormagnesium gelöst und als Rückstand verblieb ein Gemenge von Kieserit, Steinsalz und Chlorkalium, das sogenannte Hartsalz. Durch langsame aber beschränkte Einwirkung des Wassers wurde mit dem Fortwaschen des Chlormagnesiums auch der Kieserit durch Aufnahme von Wasser leicht löslich, das Magnesiumsulfat trat mit Chlorkalium in Wechselwirkung und es entstand Kalium-Magnesiumsulfat, welches sich mit dem gleichzeitig entstehenden Chlormagnesium zu Kainit vereinigte.

Die erst geschilderte Art der Zersetzung erfolgte aber nur an wenigen Punkten zu Leopoldshall und Douglashall, wo Hartsalz gefunden wird, während die Kainitbildung wahrscheinlich überall an der Begrenzung der Carnallitregion gegen den Roogensteinsattel und gegen andere Punkte, an welchen das Wasser Zutritt fand, vor sich ging. Der Menge nach tritt der Kainit immerhin gegen den Car-

nallit bedeutend zurück, aber die chemischen und physikalischen Eigenschaften verleihen demselben einen bedeutend größeren Werth. Im reinsten Zustande ist er vollkommen weiß, das bergmännisch gewonnene Product, welches im zerkleinerten Zustande als werthvolles, kaliumhaltiges Düngemittel Absatz findet, ist stets mit Chlornatrium verwachsen.

Sämmtliche Schächte, mit Ausnahme des schon erwähnten »Ludwig II.«, liegen südwestlich vom Egeln-Staßfurter-Roogensteinsattel; die Tiefe derselben schwankt zwischen 300 und 400 Meter. Die Schächte zu Neu-Staßfurt, der preußische Schacht »Achenbach« und der Schmidtmannschacht bei Aschersleben besitzen

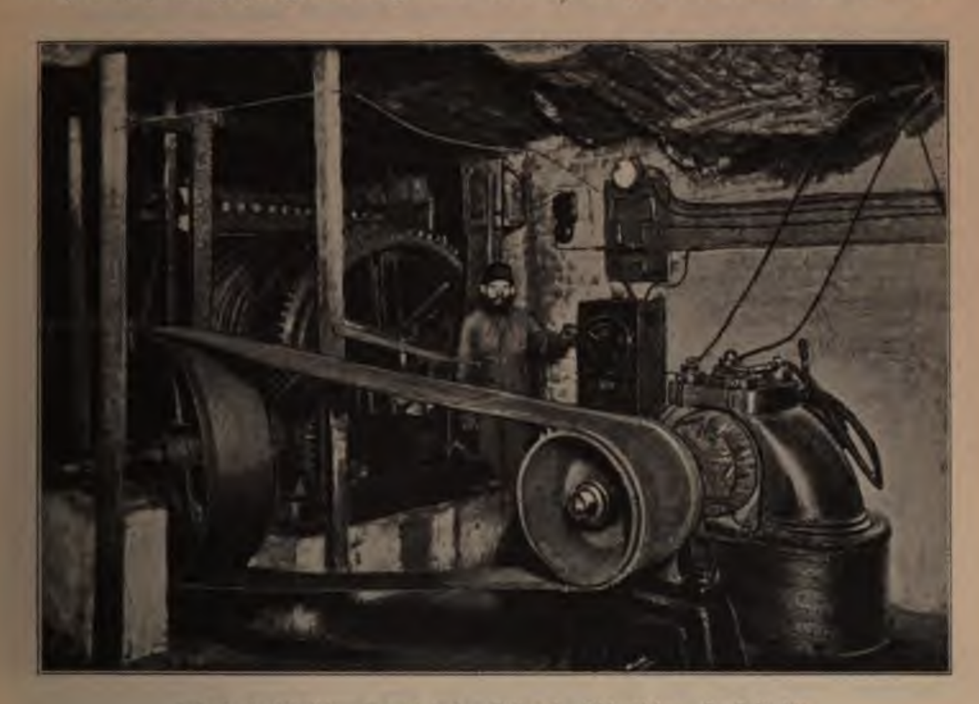


Elektrische Primärstation auf den Kaliwerken Aschersleben. Zu Seite 584.

einen lichten Durchmesser von 4·5, beziehungsweise 5·5 Meter und sind kreisrund ausgemauert. In Aschersleben und im fiscalischen Schachte bei Schönebeck waren während des Abteufens bedeutende Mengen Wasser zu bewältigen, welche selbst durch Cementmauerung nicht abgeschlossen werden konnten, so daß man diese Schächte theilweise mit eisernen Tubings ausgekleidet hat. Im Juli 1886 wurden die Wasserzuflüsse in Aschersleben so stark, daß der Schacht außer Betrieb gesetzt werden mußte.

Der Abbau der Kalisalze findet auf mehreren schräge übereinander liegenden Sohlen statt, welche durch Querschläge mit dem Schachte verbunden sind, und gegen diesen einfallen. Die Sohlen, welche auf einzelnen Werken bereits eine Länge von mehreren Kilometern erreicht haben, erstrecken sich nach beiden Richtungen in

der Streichungslinie. Die Abbauörter werden querschlägig zur Sohle in einer Breite von 9 Meter getrieben, während ihre Höhe, je nach dem Abstande der Sohlen, zwischen 9 und 14 Meter schwankt. Zwischen den Abbauörtern bleibt ein Pfeiler von 6 Meter und zwischen den einzelnen Sohlen eine Schwebe von 6—8 Meter Stärke, welche als Stütze für die darüber befindlichen Gebirgsschichten dient. Die Länge der Abbauörter richtet sich nach dem Einfallen des Kalisalzlagers, welches in Aschersleben, nach den bisher gemachten Erfahrungen zu urtheilen, ziemlich horizontal liegt und in Leopoldshall im Winkel von 12° ein-



Haspel mit elektrischem Antrieb in den Kaliwerken Aschersleben. Zu Seite 584.

fällt. Weiter nach Nordwest wird der Fallwinkel immer größer, so daß dieser in Neu-Staßfurt schon 50—60° beträgt, und in Westerregeln sind die Verwerfungen so groß, daß ein Theil des Carnallitlagers senkrecht steht.

Obgleich bei dem seit ungefähr dreißig Jahren betriebenen Pfeilerbau nur etwa 40 Procent des Carnallits abgebaut wurden, und somit 60 Procent in der Grube stehen blieben, so erwies sich doch diese Abbaumethode für die Dauer als genügend zuverlässig, da in Leopoldshall die oberen Sohlen bereits eingestürzt sind. Der dort in einer Tiefe von 220—270 Meter erfolgte Bruch hat sich auch über Tage durch Einsenkung der Erdschichten bemerkbar gemacht.

Die großen Verluste an abbauwürdigen Salzen durch Pfeiler und Schweben, durch welche überdies noch keine genügende Sicherheit erreicht wurde, hat den

preußischen Fiscus veranlaßt, den Carnallit und Kainit vollständig abzubauen und die entstehenden Hohlräume mit Steinsalz auszufüllen, welches zu diesem Zwecke in den älteren Steinsalzlagern eigens gewonnen wird. Die Förderkosten des Kalisalzes werden natürlich durch die doppelte Gewinnung erheblich theurer, dieser Vorgang ermöglicht aber ein vollständiges Ausbringen der in nationalökonomischer Beziehung höchst werthvollen Naturproducte. Im Steinsalze dagegen bietet der Pfeilerbau mit 22 Meter breiten Abbauörtern und 15 Meter Pfeilerbreite genügende Sicherheit.

Die Gewinnung der Salze erfolgt ausschließlich durch Schießarbeit, die Herstellung der Bohrlöcher durch elektrisch angetriebene Bohrmaschinen. Die Bohrlöcher werden mit Sprengpulver oder einem Gemische von Natronsalpeter und Kohle besetzt; Dynamit ist wegen seiner zu raschen Wirkung, welche es nicht ermöglicht, große Blöcke loszutrennen, nicht gut anwendbar. Zur Streckenförderung dient in Neu-Staßfurt eine elektrische Bahn, überhaupt ist diese Grube, wie die Abbildungen zeigen, mit den modernsten und zweckmäßigsten Einrichtungen versehen.

Die Abraumsalze werden in Fabriken auf Kalisalze, Magnesiasalze, Düngepräparate, Brom, Bromsalze, Borsäure 2c. verarbeitet. Der weitaus größte Theil dient jedoch zur Darstellung von Chlorkalium. Diese erfolgt in nachstehender Weise:

Das in Stücken von verschiedener Größe gelieferte Rohsalz wird zunächst zerkleinert und dann in die Lösekessel gebracht, in welchen sich eine siedend heiße, vorzugsweise Chlormagnesium enthaltende Salzlösung befindet. Nun strömt Wasserdampf ein, Chlorkalium und Chlormagnesium werden gelöst, während Steinsalz und Kieserit ungelöst bleiben. Der erhaltenen heißen Lösung wird nun Gelegenheit geboten, sich von den suspendirten Bestandtheilen zu klären, dann fließt sie in eiserne Krystallisationsgefäße, in welchen nach zwei bis drei Tagen ein Gemenge von Chlorkalium und Chlormagnesium auskrystallisirt. In einigen Fabriken wird die heiße Lösung mit Wasser verdünnt, wodurch die Ausscheidung des Chlornatriums vermindert und eine Krystallisation von fast reinem Chlorkalium erzielt wird. Um das noch in der Mutterlauge vorhandene Chlorkalium zu gewinnen, wird diese bis zu einer solchen Concentration eingedampft, daß das Chlorkalium als künstlicher Carnallit fast vollständig auskrystallisirt und nur etwa 1 Procent in Lösung bleibt. Der künstliche Carnallit wird in heißem Wasser gelöst und durch Abkühlen der Lösung eine zweite Krystallisation von Chlorkalium erhalten.

Um nun das Chlorkalium zu reinigen, wird es durch Waschen mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur von Chlormagnesium und zum Theile vom Chlornatrium befreit, in Calciniröfen oder durch Dampf geheizte Darren getrocknet und zum Versandt fertiggestellt.

Die Ueberführung des Chlorkaliums in schwefelsaures Kalium geschieht fast ausschließlich durch Schwefelsäure. Ganz in der Art der Herstellung von Glaubersalz aus Kochsalz mittelst Schwefelsäure erhält man neben schwefelsaurem Kalium

Salzsäure; man benützt auch die ganz gleichen Vorrichtungen dazu, also eiserne
en und feuerfeste Muffeln zur Zersetzung, und Thürme, gefüllt mit Coaks-
, über welche Wasser fließt, zur Condensation der Salzsäure.

Auch auf mehreren in Galizien gelegenen Salzbergwerken konnte man das
ndensein solcher Ablagerungen von Kaliumsalzen feststellen, doch haben die-
nur an einer Stelle, und zwar zu Kalusz, eine Verwerthung gefunden. Das
zer Salzbergwerk liegt ungefähr 3 Meilen von Stanislau entfernt und
chon lange Zeit in Betrieb. Doch wurde früher ausschließlich Kochsalz ge-
n. Schon im Jahre 1854 wurde man dort auf das Vorkommen von



Drehbohrmaschine mit elektrischem Antriebe im Salzbergwerke Neu-Staßfurt. Zu Seite 584.

liumsalzen aufmerksam, aber erst im Jahre 1866 begann, trotzdem schon Rose 1861
f das Vorkommen von krystallisirtem Chlorkalium (Sylvin) aufmerksam ge-
acht hatte, die Ausbeutung dieser Lager. Später wurde dann auch von Margulies
Kalusz ein allem Anscheine nach ausgedehntes Kainitlager entdeckt.

Bezüglich der Mächtigkeit kann sich das Kaluszer Vorkommen wohl nicht
it jenem zu Staßfurt messen, doch ist der Sylvin sehr rein und namentlich
ei von Magnesiasalzen. Während wir aber in Staßfurt vier übereinander ge-
gerte Abtheilungen von Salzen constatiren konnten, sind zu Kalusz nur deren
ei vorhanden. Und zwar liegt ungefähr 50 Meter unter der Thalsohle das
wa 150 Meter mächtige, mit Thon, Mergel und Haselgebirge verunreinigte
ainitlager, unter diesem der Sylvin, und endlich stoßen wir auf den Carnallit,

welcher wahrscheinlich durch Zersetzung zur Bildung des Kainits und Sylvins Veranlassung gegeben haben dürfte. Die Entstehung dieses Salzlagers müssen wir uns in ganz ähnlicher Weise vor sich gegangen denken, wie jene zu Staßfurt, nur ist anzunehmen, daß der Proceß lange nicht so regelmäßig und ungestört verlief, so daß hier die Gleichmäßigkeit des Staßfurter Lagers nicht zum Ausdrucke kam. Das Fehlen von Chlormagnesium kann wohl am ungezwungensten in der Weise erklärt werden, daß dasselbe aus dem Carnallit durch Kochsalzlösungen, welche aus den höher gelegenen Steinsalzlagern dazu kamen, ausgelaugt wurde, was bei der großen Zerfließlichkeit des Carnallits sehr wahrscheinlich ist. Die Production an Kainit betrug in den letzten Jahren ungefähr 40.000 Mctr.

Wir haben nun eine Reihe von Verbindungen der beiden Alkalimetalle Kalium und Natrium kennen gelernt, welche die größte Bedeutung sowohl für den Menschen selbst und die Ernährung besitzen wie das Kochsalz, als auch für die Landwirthschaft und die chemische Industrie von hohem Werthe sind, und zwar Kochsalz, Chlorkalium, dann schwefelsaures und kohlensaures Kalium und Natrium. Neben diesen sind aber auch die Nitrate dieser beiden Metalle, die Salpeter, von größter Wichtigkeit.

Der Natronsalpeter, gewöhnlich Chilisalpeter genannt, kommt gemeinschaftlich mit anderen Salzen an vielen Orten der Erde vor; am berühmtesten und reichhaltigsten sind jedoch die Ablagerungen in den großen Salpeterebenen in Peru Provinz Tarapaca, wo der rohe Salpeter (Caliche) in 2·5 Meter mächtigen, mit Jod-Chlor- und Bromsalzen verunreinigten Massen auftritt. Die Bezeichnung Chilisalpeter ist daher unrichtig, sie wurde aber deshalb adoptirt, und hat sich bis auf den heutigen Tag erhalten, da die Caliche zunächst nach Chile gebracht und dort raffinirt wurde. Das Vorkommen des Natronsalpeters erstreckt sich hauptsächlich auf Thalbecken, Mulden und wellenförmige Ebenen im östlichen Theile des Küstengebirges, sowie auch der östlichsten, niedrigen, gegen das Meer abfallenden Abhänge.

Mariano de Rivero wies im Jahre 1821 zuerst auf die Existenz von Natronsalpeterlagern in Südamerika hin, und im Jahre 1831 begann die Ausbeutung dieser Lager. Der Strich Landes, in welchem die Gewinnung des Salpeters seit vielen Jahren so bedeutend und einträglich, namentlich von Engländern und Deutschen betrieben wird, liegt an der Westküste Südamerikas und ist ein Theil der bekannten Costa Seca, d. h. trockene Küste, zwischen dem 4. und 10. Breitegrade, begrenzt von dem Tumbez-River, der südlichen Grenze der Republik Ecuador.

Die Lager erstrecken sich in einer Länge von über 2400 englischen Meilen längs der Küste von Peru, Bolivia und einem Theile Chiles.

Dieser ganze Streifen Land entbehrt fast vollständig des Regens. Kein Baum oder Strauch kommt dort fort, denn es fehlt an dem für das pflanzliche Wachsthum nöthigen Wasser. In den Wintermonaten wachsen die in diesem Lande

fast beständig herrschenden Stürme zu Orkanen an. Im ganzen Jahre giebt es vielleicht zwei bis drei Regenschauer, und die wenigen kleinen Flüsse werden lediglich durch die auf den Cordilleren schmelzenden Schneemassen gespeist.

Die Küste zeigt landwärts eine stattliche Front von Klippen von 1000 bis 3000 Fuß Höhe, und zwischen ihnen windet sich, bald steil aufsteigend, bald schroff abfallend, der schmale, gefährliche Pfad, der ganz allein die Verbindung der Küste und dem Innern des Landes, wo sich die Salpeterlager befinden, ermöglicht. Dieser Weg konnte nur mit Maulthieren zurückgelegt werden.

Seit ungefähr 25 Jahren läuft aber von einem Felsenrücken aus in einer Höhe von 3440 Fuß eine Schienenstraße, welche die Hafenstadt Yquique, den Hauptausfuhrort des Natronsalpeters, mit La Noria verbindet. Wegen der beim



Bahnstrecke an der Küste von Peru (»Salpeterbahn«). Zu Seite 587.

leisesten Winde in dicken Wolken auffliegenden Sandmassen hat man entlang dieser »Salpeterbahn« eigene Vorkehrungen gegen Ueberwehungen der Geleise anbringen müssen.

Die Entstehung dieser mächtigen Salpeterlager ist wohl noch nicht zur Genüge aufgeklärt. Während einzelne Forscher, so besonders Hilger, annehmen, der Salpeter sei aus großen Guanolagern entstanden, welche von einem Natronsee überschwemmt wurden, nimmt Schönbein an, der Natronsalpeter sei aus organischen Substanzen, unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes hervorgegangen, wobei Ammoniaksalze als Zwischenproduct auftraten. Das relativ reichliche Vorkommen von Jodverbindungen in diesem Salpeter führte zur Aufstellung der Theorie, daß diese Lager ihre Entstehung der Zersetzung ungeheuerer Mengen angeschwemmter Seetange verdanken, und für diese Anschauungen spricht allerdings die Thatsache, daß gerade die Seepflanzen sehr reich an Jod sind. Nicht unerwähnt wollen wir es lassen, daß in jüngster Zeit Bakterien entdeckt wurden,

welche in jedem Ackerboden vorkommen und im Stande sind, organischen Stickstoff in Nitrate überzuführen. Es ist nun wohl nicht unmöglich, daß diese mikroskopischen Lebewesen ebenfalls bei der Entstehung dieser Lager eine Rolle spielten.

Die Gewinnung der Caliche erfolgt gewöhnlich in der Weise, daß durch die deckende Schicht von geringer Mächtigkeit ein enger Schacht bis auf das Lager abgeteuft wird. Dann wird der Schacht zu einer Kammer ausgeweitet und diese mit einer beträchtlichen Menge Pulver gefüllt. Hierzu kommen stets mehrere hundert Kilogramm Pulver zur Verwendung. Ist die Mine fertiggestellt, so wird sie abgefeuert, und die Pulvergase zertrümmern dann auf einen weiten Umkreis das Terrain, wobei die salpeterführenden Schichten bloßgelegt und gelockert werden. Aus dem Schutte werden dann die Salpeterblöcke ausgesucht, von den anhaftenden Gesteinsblöcken befreit, und nach der Siederei transportirt. Dort wird zunächst eine Handscheidung und eine weitere Zerkleinerung bis auf Faustgröße vorgenommen.

Die nöthige Reinigung des Salpeters besteht nun im Wesentlichen darin, daß er in großen Kesseln aufgelöst, von den unlöslichen Antheilen befreit und krystallisiren gelassen wird, wobei schließlich ein reines Product mit 95—97 Procent salpetersaurem Natrium gewonnen wird.

Die Anwendung des Chilisalpeters ist eine sehr mannigfache. Große Mengen finden in der Landwirthschaft als Düngemittel Verwendung, wobei der Stickstoffgehalt des Productes zur Geltung kommt; dann dient er zur Darstellung der Salpetersäure, als Flußmittel, zum Einpökeln von Fleisch und in vielen anderen Gewerben und Industrien. Ein sehr großer Theil wird aber auch zur Herstellung des Kalisalpeters, des sogenannten Conversionssalpeters, verwendet. Denn die Eigenschaft des Natronsalpeters, an der Luft sehr rasch Feuchtigkeit anzuziehen und zu zerfließen, macht ihn zu vielen Zwecken, so besonders zur Darstellung des Schießpulvers, ungeeignet, der Kalisalpeter besitzt aber diese ungünstige Eigenschaft nicht.

Auch der Kalisalpeter findet sich fertig gebildet in der Natur vor, so in Italien, in Indien, Arabien, Aegypten, Persien, Spanien, Ungarn u. s. w. Das Salz bildet sich fortwährend aus organischer Substanz im Boden und tritt dann als Auswitterung auf, welche gesammelt und weiter gereinigt wird. Von dieser Art der Gewinnung stammt der Name Kehrsalpeter. An vielen Orten betrieb man früher eigene Salpeterplantagen, indem man Dünger, thierische Abfälle und ähnliche Stoffe mit Erde bedeckte und häufig mit Jauche begoß. Nach Ablauf von zwei bis drei Jahren enthielten dann diese Massen reichliche Mengen von Kalisalpeter, untermengt mit anderen salpetersauren Salzen, mit salpetersaurem Kalk, salpetersaurer Magnesia u. s. w.

Diese salpeterreichen Massen wurden dann mit Wasser ausgezogen und die erhaltene Lösung zunächst mit Pottasche versetzt, um Kalk und Magnesia zu fällen. Wurde nun die Lauge stark eingeengt, so schieden sich zunächst die fremden Salze aus, und schließlich krystallisirte ziemlich reines salpetersaures Kalium.



Transport der ausgelaugten Salpetersteine, Salpeterwerk in Chile.

(Nach einer Zeichnung des technischen Etablissements von H. Koppel in Berlin.)

THE NE
PUBLIC

Zu Beginn dieses Jahrhundertes waren die Salpeterhöhlen in Nordamerika, besonders im Ohiothale, berühmt. Die Entdeckung dieser Lager, die deshalb so werthvoll waren, da aller Kalisalpeter zur Darstellung von Schießpulver verwendet wurde, lösten, wenn auch im kleineren Maßstabe einen ähnlichen Zustand aus, wie nach der Auffindung der californischen Goldlager, es trat gewissermaßen ein Salpeterfieber auf, welches Viele veranlaßte, sich auf die Suche nach dem so werthvollen Naturproducte zu begeben.

Die Salpetergräber waren veranlaßt, auf selbstgebahnten Pfaden das Gebirge zu durchstreifen, sie lebten im steten Kampfe mit wilden Thieren und waren von der Civilisation vollkommen abgeschnitten. Doch erzielte der Salpeter damals einen so hohen Preis, daß sie alle diese Strapazen und Gefahren ertrugen, nur um in den Besitz dieses kostbaren Productes zu gelangen. Es gelang ihnen auch in der That in den sogenannten Felsenhäusern Salpeterlager aufzufinden, die größten Mengen wurden in den Kalksteinhöhlen dieser Region angetroffen.

Gelegentlich wurden feste Massen von Salpeter im Gewichte von 50 bis 800 Kgr. aufgefunden, und die Arbeiter machten Jagd auf solche Klumpen, wie nach ihnen andere auf die im Sande verstreuten Goldkörner.

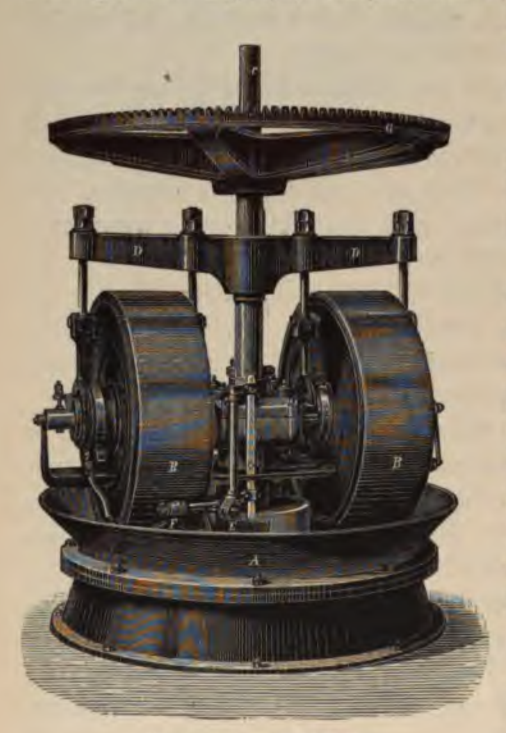
Behufs weiterer Forschung nach diesem im Frieden so nützlichem und im Kriege so unentbehrlichen Salze vereinigten sich zwei Männer, Gratz und Wilkins, um die neue Industrie zu entwickeln und zu fördern. Sie erwarben gemeinschaftlich die Edmondson-Höhle in Kentucky und stellten einen gewissen Mitter als Bevollmächtigten an, der mit Enthusiasmus berichtet, daß in dieser einzigen Höhle genügend Salpeter vorhanden sei, um die ganze Welt zu versorgen. Eine bedeutende Anzahl von Negern wurde zur Gewinnung der salpeterhaltigen Erde angestellt, und diese wurde durch Stollen, die mit großer Mühe hergestellt worden waren, zu den Laugegefäßen gebracht, wo man schließlich reinen Salpeter durch Krystallisation gewann. Als Beweis der Ausdehnung, welche man dieser Salpeterindustrie zu geben beabsichtigte, wird angeführt, daß der Lieferungscontract für die Mammuthhöhle allein im Jahre 1814 zur Ablieferung eines Quantums Salpeter im Werthe von 20.000 Dollars verpflichtete.

Diese Industrie stand aber nur kurze Zeit in hoher Blüthe. Bald ließ die Nachfrage nach Salpeter bedeutend nach, und bei dem Umstande, daß diese Gewinnungsstätten weitab von jedem Verkehre lagen, da damals noch keine Eisenbahnen das Gebirge durchzogen, daß vielmehr der Transport durch Maulthiere auf unwegsamen Gebirgspfaden geschehen mußte, kam es, daß diese einst so blühende Industrie schnell ihrem Niedergange entgegeneilte.

Heute wird der allergrößte Theil des Kalisalpeters aus Chilisalpeter und Chlorkalium hergestellt. Zu diesem Zwecke werden beide Salze in Wasser gelöst und eingedampft. Bei einer bestimmten Concentration scheidet sich dann zunächst Kochsalz, welches durch wechselweise Zersetzung entstand, aus, und dieses reißt auch die suspendirten Stoffe mit sich. Die hinterbleibende Lösung enthält

dann vorwiegend Kalisalpeter, welcher krystallisiren gelassen und einer abermaligen Reinigung unterzogen wird.

Auch der Kalisalpeter findet Anwendung in den verschiedensten Industrien, die größte Menge dient aber zur Herstellung von Schießpulver, des bekannten Gemenges aus Schwefel, Salpeter und Kohle, das dem Bergmanne so manchen Dienst erwiesen hat, aber heute immer mehr durch andere Sprengpräparate verdrängt wird.



Läuferwerk. Zu Seite 591.

Trotzdem ist es gewiß von allgemeinem Interesse, wenn wir wenigstens in wenigen Worten die Darstellung des Pulvers kennen lernen.

Wie erwähnt, ist das Schießpulver ein mechanisches Gemenge, bestehend aus Schwefel, Kalisalpeter und Kohle, doch ist durchaus nicht jede Kohle oder jeder Salpeter zur Herstellung von Pulver geeignet. Chilisalpeter ist zur Herstellung des Pulvers nicht geeignet, da er an der Luft Feuchtigkeit anzieht und dadurch das Pulver schwer oder überhaupt nicht entzündlich wird. Auch der Schwefel, dessen Gewinnung wir noch kennen lernen werden, muß vor der Verwendung gereinigt werden, und nur ein gut raffinirtes Product liefert ein brauchbares, allen Anforderungen entsprechendes Schießpulver. Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient aber die Eigenschaft der Holzkohle, denn nicht nur die Holzsorte, sondern auch die Art und Weise der Herstellung beeinflußt die Brauchbarkeit derselben. Eine zur Schießpulverfabrikation geeignete Kohle muß leicht entzündlich sein, rasch verbrennen und darf nur sehr geringe Aschenmengen hinterlassen. Gewöhnlich wird Holzkohle aus Faulbaum-, Erlen-, Hasel- oder Pappelholz verwendet, doch sind auch andere Kohlensorten, so Linden-, Kornelkirschen- oder Hanfstengelkohle brauchbar.

Aber nicht nur die Qualität der Materialien, auch die Mengungsverhältnisse beeinflussen die Eigenschaften des Pulvers. Von einem zu Sprengzwecken dienenden Pulver verlangt man weniger ein rasches Abbrennen, als vielmehr große Kraft, und diese wird ein solches Pulver entwickeln, welches eine namhafte Gasmenge liefert. Um dies zu erreichen, stellt man die Sprengpulver unter Anwendung einer größeren Menge Schwefel und Kohle, als sie zur Fabrikation der Militär-

und Jagdpulver dienen, her; dadurch wird die Mischung auch billiger, allerdings vermindert sich aber die Entzündbarkeit. Darauf kommt es jedoch bei einem Sprengpulver überhaupt nicht an, sondern darauf, daß die, wenn auch nur langsam sich entwickelnden, aber reichlichen Gasmengen erschütternd und loslösend auf das Gestein wirken. Bei Anwendung eines nur langsam abbrennenden Pulvers ergiebt sich aber ein Uebelstand, der seiner Wirkung entgegenarbeitet. Die dann nur nach und nach entstehenden Gase haben Gelegenheit, zum Theile durch schon vorhandene, theils durch die Wirkung des Sprengschusses entstehende Spalten zu entweichen, wodurch die Gesammtwirkung beeinträchtigt wird. Um dem zu begegnen, wendet man in neuerer Zeit wieder salpeterreichere Gemenge an, die rascher abbrennen und bei denen dann naturgemäß dieser Verlust geringer ist. Minder kräftige, also langsam abbrennende Sprengpulver enthalten 64—70 Theile Salpeter, 12—20 Theile Schwefel und 15—21 Theile Kohle, die erwähnten rascher abbrennenden Pulver dagegen 70 Theile Salpeter und je 15 Theile Schwefel und Kohle.



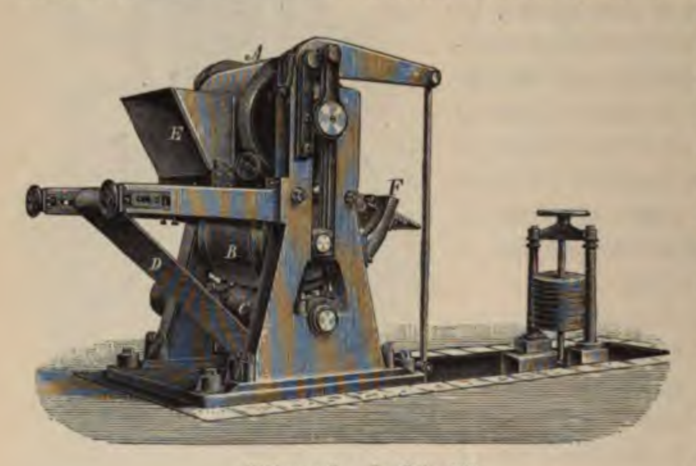
Hydraulische Presse zum Dichten des Pulvers.
Zu Seite 592.

Die Fabrikation des Schießpulvers zerfällt in verschiedene Operationen, die in den großen, modern eingerichteten Fabriken ausnahmslos mit Hilfe von Maschinen ausgeführt werden. Das Zerkleinern der einzelnen Bestandtheile, das getrennt vorgenommen wird, geschieht mit Hilfe von Stampfmühlen in rotirenden Trommeln, in welchen sich Bronzekugeln befinden, oder aber mit Hilfe von sogenannten Kollergängen (Läuferwerken). Die Einrichtung eines solchen Läuferwerkes, einer Construction der Firma Gruson, ist aus der Abbildung Seite 590 ersichtlich. Die auf dem Teller A ausgebreitete Masse wird durch die Läufer BB zermalmt und durch die Pflüge E, welche an zwei auf der Welle C aufgekeilten schmiedeeisernen Armen befestigt sind, immer wieder in die Bahn der Läufer zurückgeführt. An jedem Läufer ist ein Abstreicher F angebracht, welcher verhindert, daß die zu zerkleinernde Substanz aus dem Teller geworfen wird. Die Läufer werden aus Hartguß hergestellt, abgedreht und polirt; ihr Gewicht beträgt etwa 5500 Kgr. bei einem Durchmesser von 1500 Mm. und einer Breite von 470 Mm.; sie werden von der Welle C aus in Umdrehung versetzt. Jeder Läufer dreht sich auf einer mit ihrem Zapfen im Kreuzkopf der Welle C gelagerten Kurbelachse und ist an einer, auf der Welle sitzenden Traverse D doppelt aufgehangen. Durch diese Einrichtung wird

erreicht, daß sich jeder Läufer unabhängig bewegen kann und mit seiner arbeitenden Fläche stets parallel zur Bahn bleibt, gleichviel, ob sich unter jedem Läufer die gleiche Menge Substanz befindet oder nicht. Der Antrieb erfolgt von dem konischen Rade G aus, welches in geeigneter Weise mit der Transmission in Verbindung steht.

Sind die einzelnen Bestandtheile des Pulvers, Salpeter, Schwefel und Kohle genügend gekleint, so werden sie im entsprechenden Mengenverhältnisse gemischt. Dies erfolgt in Mengtrommeln, welche ganz aus Leder verfertigt sind; dadurch wird die Gefahr einer Entzündung vermieden.

Ist durch das Mengen eine einheitliche Mischung des Pulvers erreicht worden, so wird es nun stark gepreßt, wodurch die Wirksamkeit erhöht wird. Nach dem Pressen ist die Pulvermischung nämlich bedeutend dichter, und es wird sich daher aus der Raumeinheit eine größere Gasmenge entwickeln und sich auch die Spannkraft vermehren, wie wenn das gleiche Volumen lockeres Pulver zur Entzündung gelangt. Indessen hat die günstige Wirkung des Pressens auch ihre Grenzen. Wird nämlich das Pulver zu stark zusammengepreßt, so pflanzt sich die Verbrennung dann nur langsam fort, es verbrennt zu langsam und dann ist auch die Wirkung nur gering.



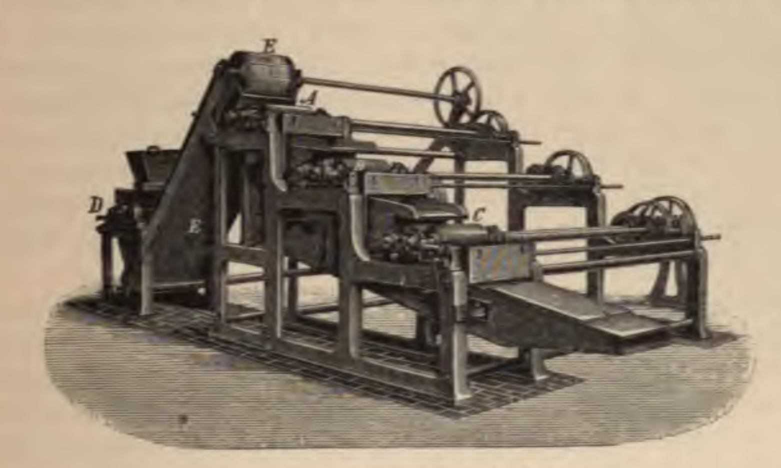
Walzenpresse. Zu Seite 593.

Das Dichten des Pulvers geschieht unter Mühlsteinen oder aber unter besonderen Pressen, und zwar werden sowohl hydraulische, als auch Walzenpressen angewendet. In jedem Falle muß das Pulver aber vorher mit einer geringen Menge Wasser durchfeuchtet werden.

Die hydraulischen Pressen bestehen, wie die Abbildung Seite 591 zeigt, aus dem oberen und unteren Widerlager A und B, den Säulen C und dem Cylinder D mit dem Kolben E und dem Kolbenaufsatze. Letzterer ist dazu bestimmt, einen mit der zu pressenden Masse beladenen Wagen F, der auf einem Geleise in die Presse geschoben wird, aufzunehmen. Das zu pressende Pulver wird, nachdem es mit circa 8—10 Procent Wasser angefeuchtet wurde, auf Kupfer- oder Bronzeplatten ausgebreitet, so daß etwa 9 Cm. hohe Lagen entstehen, welche in größerer Zahl übereinandergeschichtet werden; die Packhöhe dieser Pressen beträgt gewöhnlich

110 Cm., - der auszuübende Totaldruck bewegt sich zwischen 250.000 und 1,000.000 Kgr. Zum Betriebe dienen Pumpwerke oder Dampfaccumulatoren, welche in größerer Entfernung von der Presse aufgestellt werden. Im Preßraume selbst befindet sich ein Ventil, mittelst welchem die Presse in Gang gesetzt oder abgelassen werden kann. Die Pressung ist beendet, sobald die Pulverladung auf den dritten Theil ihrer ursprünglichen Höhe comprimirt ist.

Die Walzenpressen (siehe die Abbildung) bestehen aus drei übereinander-liegenden Walzen A, B, C, von denen die untere festgelagert ist, während die mittlere und die obere dadurch beweglich sind, daß ihre Lager in den Ständern der Vorrichtung gleiten. Die Pulvermasse wird durch ein endloses Tuch D, welches unter einem offenen, mit dem Pulver gefüllten Kasten E läuft, den Walzen zugeführt.



Congrev'sche Pulverkörnmaschine. Zu Seite 593.

Nach Passirung derselben bricht der Pulverkuchen, nachdem dessen Ränder mittelst des verstellbaren Messers F beschnitten wurden, durch die eigene Schwere ab. Der Druck, mit welchem die obere Walze gegen die mittlere und diese gegen die untere arbeitet, beträgt je nach der Größe der Maschine 30.000—50.000 Kgr.; er wird durch ein Gewicht hervorgebracht, welches an einer Hebelübersetzung wirkt. Die obere Walze ist aus Hartguß verfertigt, die mittlere mit einem Papier-überzuge versehen.

Dem Dichten folgt das Körnen des Pulvers. Gekörntes Pulver verbrennt nicht nur rascher und gleichmäßiger als ungekörntes, sondern es wird durch die Körnung auch einer Entmischung des Pulvers vorgebeugt, die sonst auf längeren Transporten durch das anhaltende Rütteln und Stoßen eintreten könnte. Es geschieht entweder in der Weise, daß das Pulver durch Siebe gedrückt wird, oder aber mit Hilfe besonderer Körnmaschinen, deren bekannteste die Congrev'sche Körnmaschine ist. Sie besteht aus drei Paaren Messingwalzen, welche mit vierseitigen Pyramiden

besetzt sind. Durch ein Tuch ohne Ende gelangt der Pulverkuchen zu dem obersten Walzenpaare. Dem Tuche wird das Pulver aus einem Kasten automatisch und gleichmäßig zugeführt. Zwischen den vierseitigen Pyramiden, welche die Walzen tragen, wird das Pulver gekörnt; es fällt dann auf zwei Systeme von Sieben, die durch die Maschine in rüttelnder Bewegung erhalten werden. Durch diese Siebsysteme wird eine Sortirung des gekörnten Pulvers vorgenommen, auch wird der Pulverstaub entfernt. In der Abbildung sind die drei in schräger Richtung übereinanderliegenden Walzenpaare mit A, B und C bezeichnet. Die Pulvermasse wird, nachdem sie das Vorbrechwalzenpaar D passirt hat, durch den Elevator E nach dem obersten Walzenpaare gebracht. Die Siebe befinden sich in dem Kasten unterhalb der Walzen.

Nach dem Körnen wird das Pulver in rotirenden Fässern, gewöhnlich unter Zugabe einer geringen Graphitmenge polirt, dann getrocknet und endlich noch vom anhaftenden Polirstaube befreit. Die Herstellung des prismatischen Pulvers geschieht mit Hilfe besonderer, gewöhnlich hydraulischer Pressen. Wir sehen also, daß sehr complicirte Vorrichtungen ersonnen werden mußten und nöthig sind, um ein in jeder Beziehung brauchbares Schießpulver zu gewinnen, und es ist klar, daß unser heutiges Spreng- und Schießpulver sich in seinen Eigenschaften und seiner Wirkung ganz gewaltig von jenen Präparaten unterscheidet, welche bald nach dem Bekanntwerden dieses Stoffes angewendet wurden.

Anschließend an die Gewinnung der technisch wichtigen Salze wollen wir noch eine weitere Gruppe von Verbindungen besprechen, welche ebenfalls von großer Bedeutung sind, vornehmlich aber durch die Art ihres Vorkommens und ihrer Gewinnung unser Interesse beanspruchen. Es sind dies die **borsauren Salze** und die **Borsäure**. Beide kommen fertig gebildet in der Natur vor, borsaure Salze (Borax) in Peru und in Bolivia, ferner gelöst in chinesischen und tibetanischen Seen, in unerschöpflicher Masse jedoch im Borax Lake in Californien und im Pyramid Lake in Nevada, deren Wasser nicht nur beträchtliche Mengen Borax enthält, sondern deren Boden auch durch ein Lager von krystallisirtem Borax gebildet wird, welches man auf viele tausend Tonnen schätzt. Das unter der Bezeichnung roher Borax oder Tinkal in den Handel kommende Product stammt aus asiatischen Seen. Die Gewinnung des Borax in Californien geschieht in der Weise, daß der boraxhaltige Schlamm der Seen durch Baggern gewonnen und nach dem Trocknen ausgelaugt wird, die Lösung wird zur Krystallisation gebracht.

Der Borax wie die Borsäure sind Verbindungen eines in mancher Beziehung hochinteressanten Elementes, des Bor. Dieses kommt in zwei Modificationen vor; als amorphes Bor bildet es ein braunschwarzes Pulver, im krystallisirtem Zustande besitzt es dagegen einen hohen Glanz und ein so bedeutendes Lichtbrechungsvermögen, daß es in dieser Beziehung nur mit dem Diamant verglichen werden kann. Diese Aehnlichkeit wird aber durch die große Härte des krystallisirten Bors

noch wesentlich vermehrt; dieses ritzt Korund und Rubin und greift selbst geschliffene Diamanten, wenngleich auch nur schwach, an.

Gegenüber Stickstoff zeigt das amorphe Bor ein sehr merkwürdiges Verhalten. Wird es nämlich unter Luftzutritt verbrannt, so geht nur ein Theil in Borsäure, die Sauerstoffverbindung des Bors, über, der andere Theil bildet mit Stickstoff das sehr beständige Stickstoffbor, welches der Einwirkung von Säuren und Alkalien widersteht, in Berührung mit Wasserdampf zur Rothgluth erhitzt, aber in Borsäure und Ammoniak zerfällt.

Die Borsäure nun entströmt in großen Mengen mit Wasserdämpfen den Soffionen Toscanas. Sie liegen auf einem etwas abschüssigen Boden, der fortwährend Ströme von Gasen und Dämpfen ausstößt. Diese brechen aus kleinen Seen hervor, schleudern die Wassermassen strahlenförmig in die Höhe und entweichen als weiße Wolken. Dort liegen die Fabriken, die im großen Maßstabe die Gewinnung der Borsäure aus den Soffionen betreiben, wobei letztere alles zur Gewinnung Erforderliche liefern. Man braucht ihnen nur eine bestimmte Richtung zu ertheilen, um von den einen eine Lösung der Borsäure, von den anderen die zur Verdampfung nöthige Wärme zu erhalten.

Die Borsäure-Lagunen Toscanas — sagt Sir John Bowring — sind einzig in ihrer Art in Europa, wenn nicht in der ganzen Welt. Ihr Erzeugniß ist für viele Länder von der größten Wichtigkeit geworden. Sie sind über eine Oberfläche von ungefähr 20 Km. Länge und Breite ausgebreitet und bieten dem Auge des Zuschauers schon aus weiter Ferne Dampfwolken dar, deren Intensität je nach dem Wetter und der Jahreszeit variirt, und die sich weit über die umliegenden Berge verbreiten.

Wenn man sich den Lagunen nähert, scheint die Erde Wasser wie aus Vulcanen verschiedener Größe auszuwerfen. Der Boden besteht abwechselnd aus Sand, Kreide, Mergel und Kalkstein. In der unmittelbaren Nähe ist die Hitze unerträglich. Man wird von dem Dampfe, welcher der Luft einen eigenthümlichen, schwefelartigen Geruch ertheilt, durchnäßt. Die ganze Gegend scheint in einer gewaltigen Revolution zu sein: der tobende Ausbruch des kochenden Wasserstromes, der zerrissene und zerwühlte Boden, die Dampfwolken, die nasse und riechende Luft, der Fall des Wassers über schwarze und vereinzelte Felsen.

Der Grund, welcher unter den Füßen brennt und zittert, ist mit herrlichen Krystallisationen von Schwefel und anderen Sublimaten und Auswitterungen bedeckt. Der Monte Cerboli besteht aus einem schwarzen Mergel, der mit Kalkstein durchsetzt ist, und erhält dadurch aus der Ferne das Ansehen des gestreiften Marmors. Die Bauern der Gegend betrachteten früher diesen Ort als den Eingang zur Hölle: ein Aberglaube, der wahrscheinlich aus sehr alten Zeiten herstammt. Die bedeutendste der Lagunen heißt noch heute Monte Cerboli — Mons Cerberi. Nur wenige wagen sich dem Orte zu nähern, ohne den Schutz der Jungfrau anzurufen, und ohne an ihren Rosenkränzen ihre Gebete zu zählen.

Die toscanischen Borsäurefumarolen von Monte Cerboli, bei Pomarance beginnend — schildert Schmidt — bezeichnen als geologische Wegweiser eine Reihe von Durchbrüchen des Serpentis durch einen den oberen Kreideschichten angehörenden, häufig stark dolomitischen Apenninenkalk. Bereits 2 Meilen südlich von Pontedera, der Eisenbahnstation zwischen Florenz und Pisa, beginnt im Erathale das Auftreten des Gypses, der, ein Terrain von über 10 Quadratmeilen bedeckend, theils mit dolomitischem Thone, dem des Salzkammergutes ähnlich, wechsellagert, theils in den reinsten Blöcken in letzterem eingebettet vorkommt.



Gewinnung der Borsäure in Toscana. Zu Seite 597.

Mehrere reiche Salzquellen, durch Röhrenleitungen zum Sudhause im Thale der Cecina, auf halbem Wege zwischen Voltera und Pomarance zusammengeleitet, bezeugen auch hier den wahrscheinlichen genetischen Causalnexus der bekannten halurgischen Trias: Dolomit, Gyps und Kochsalz.

Das ganze Terrain wenige Miglien südlich von Pontedera bildet ein steriles, welliges, von der Era und der Cecina mit ihren Nebenflüssen vielfach zerrissenes Gyps-Thonplateau mit höchst spärlicher Vegetation, baumlos und wasserarm, bis kurz vor Voltera der Weg sich rasch in vielen Schneckenwindungen als vortreffliche Kunststraße bergan windet und den reich bebauten fruchtbaren Abhang als Oase inmitten dieser Wüstenei übersehen läßt. Ungefähr 1½ Meilen von Pomarance tritt ein hellgelber poröser Kalktuff auf, der gleich hinter

diesem Orte, zwei Miglien vor Monte Cerboli, zuerst von dichtem, leicht verwitterndem Serpentin als Masseneruption durchbrochen wird.

In der den Lagoni der Pomarance zunächst liegenden Fabrik von Monte Cerboli reiht sich ein Bassin ans andere, Form und Größe sind verschieden, je nachdem die Fumarolen selbst hier oder dort massenhafter hervortreten. Ein kleiner hineingeleiteter Bach dient zur Füllung; sie sind in fortwährendem, wallendem Sieden, 1—$1^1/_2$ Meter hoch sprudelnd, gewaltige Dampfwolken bildend, die indeß nur verhältnißmäßig unbedeutend nach Schwefelwasserstoff riechen. Das ganze Terrain ist durch und durch zerfressen, von Sublimationen und Incrustationen gebildet, hier schöne Schwefelkrystalle in lockeren Drusen, dort schneeweißes schwefelsaures Ammoniak als Sublimation, hier borsaures Ammoniak, dort borsaure Talkerde und Eisenoxyd.

Die Lagunen werden erst seit Anfang dieses Jahrhunderts ausgebeutet, und namentlich erst, seitdem sie Besitzung des französischen Kaufmannes, später Grafen Larderel geworden sind. Die Fabrikation bot Anfangs viele Schwierigkeiten dar, die hauptsächlich in dem gänzlichen Mangel an Brennmaterialien beruhten. Sie wurde erst lucrativ, als Larderel die latente Wärme des Dampfes selbst zur Concentration der Lösungen benützte.

Begreiflicherweise hat man auch versucht, eine Erklärung für dieses hochinteressante Auftreten der Borsäure zu geben. So nahmen einige Forscher an, in der Tiefe befänden sich mächtige Lager von Schwefelbor; dringt zu diesen Seewasser, so entsteht eine heftige Reaction unter beträchtlicher Temperatursteigerung, deren Producte Borsäure, Schwefelwasserstoff ꝛc. sind. Nun läßt sich in den Dämpfen der Fumarolen stets auch Ammoniak in nicht unbeträchtlicher Menge nachweisen, und dies führte zu der Annahme, daß in der Tiefe große Lager von Stickstoffbor auftreten, welches durch Wasserdampf in Borsäure und Ammoniak zerlegt wird. Das Vorkommen von Borstickstoff ist aber ebenso wenig bewiesen, wie jenes von Schwefelbor, und deshalb ist wohl die Annahme Bischof's die ungezwungenste, daß das Auftreten der Borsäure innig verknüpft sei mit dem thatsächlich nachgewiesenen Vorkommen borsaurer Salze in den von den Dämpfen durchbrochenen Gesteinen. Nun haben wir schon bei Besprechung der Staßfurter Lager das Vorkommen borsaurer Salze in diesen erwähnt, und noch an verschiedenen anderen Orten konnte im Steinsalzgebirge Bor nachgewiesen werden. In der Nähe der Soffionen tritt nun Steinsalzgebirge in großer Ausdehnung und Mächtigkeit auf, und wir werden wohl nicht fehlgehen, wenn wir annehmen, daß die zuletzt gegebene Erklärung wohl die zutreffendste ist.

Der die Borsäure enthaltende Wasserdampf entströmt aus zahlreichen, jetzt durch Rohrfutter gefaßten Löchern der Erde; einige sind nur einige Fuß tief, während man andere nach Art der artesischen Brunnen bis zu 100 Meter tief getrieben hat; auch gänzlich künstlich gebohrte Quellen sind vorhanden. Bei dem Bohren dieser Löcher ist stets der eigenthümliche Umstand bemerkt worden, daß

nach Erreichung einer Tiefe von 100 Meter der Bohrer plötzlich frei nach unten fällt und keinen Widerstand mehr findet, ein Beweis, daß unten ein mit heißer Lauge oder Dämpfen erfüllter Hohlraum vorhanden sein muß.

Die Dämpfe, welche eine Temperatur von 98—140° C. besitzen, entströmen mit großer Heftigkeit und starkem Geräusch den Bohrlöchern. In der Nähe derselben befindet sich eine in Cementmauerwerk ausgeführte Cisterne von etwa 10 Meter Durchmesser. Diese wird mit gewöhnlichem Quellwasser ziemlich vollgelassen und hierauf der Dampf durch Rohrleitungen in das Wasser direct eingeführt, wo er sich condensirt und Borsäure abgiebt.

Nach 24 Stunden wird der ganze Inhalt in ein zweites, niedriger liegendes, sonst ebenso beschaffenes Bassin gelassen, welchem ebenfalls Dämpfe zugeführt werden, worauf die nun ziemlich starkprocentige Lauge in ein viereckiges Klärbecken abgelassen wird, in dem sich ein feiner grauer Schlamm absetzt, welchen die benachbarte Landbevölkerung zum Tünchen der Ställe, sowie zum Einreiben des Viehes benützt, da er Milben und anderes Ungezieser tödtet. Aus dem Klärbassin gelangt die Lauge in flache, bleierne Abdampfpfannen, deren die Anlage jetzt 40 hat, die je 2 Meter breit, 50 Meter lang und 20 Cm. tief und durch Querbleche, die in Entfernungen von etwa $^1/_2$ Meter eingelöthet und einige Centimeter hoch sind, abgetheilt werden. Die Lauge fließt nur langsam durch die Pfannen, da die Querbleche die allzurasche Bewegung hindern. Die Heizung erfolgt durch den der Erde entströmenden Dampf.

Diese bis auf den Krystallisationspunkt eingeengte Lauge kommt aus den Pfannen in Krystallisationsbassins, aus diesen wird die fertige Borsäure alsdann mit hölzernen Schaufeln ausgeschöpft, auf erhitzten Trockenherden getrocknet und in Fässer verpackt, die gegen 500 Kgr. enthalten. Fast die ganze Production, ziemlich 1700 Tonnen jährlich, geht nach England, um daselbst auf borsaures Natron verarbeitet zu werden.

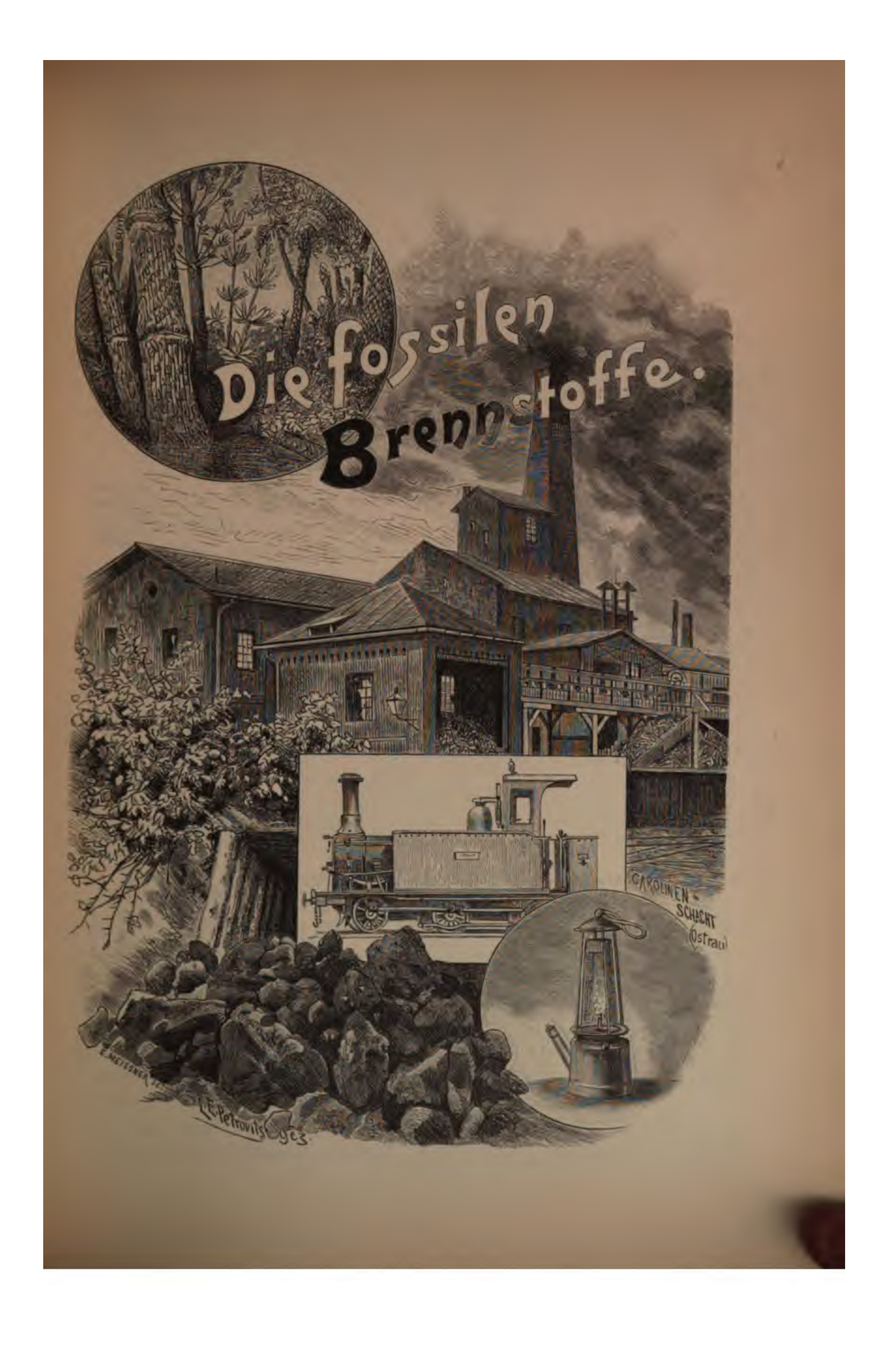
Lange Zeit blieb Larderel der einzige Gewinner von Borsäure aus den Soffionen, worauf ihm ein Monopol ertheilt worden war. Wohl befand sich in seiner Nähe, im Thale Monterotonde, ein See, dessen Wasser ebenfalls borsäurehaltig ist, doch fehlen dort die natürlichen Heizanlagen, die Soffionen, ohne welche es nicht rentabel ist, in jener holzarmen Gegend Borsäure zu gewinnen. Dieser See konnte also nicht ausgebeutet werden, bis im Jahre 1854 Durval auf den Gedanken kam, durch Bohrung künstliche Soffionen zu schaffen. Dies gelang auch vollständig, denn bei einer Tiefe von 50—60 Meter wurden nicht nur die Dämpfe erschlossen, sondern an einzelnen Stellen auch heiße Quellen, welche 0·3 bis 0·4 Procent Borsäure gelöst enthielten. Die künstlichen Soffionen wurden dazu verwendet, um auf ebenso einfache als billige Weise das Wasser des Sees abzudampfen, und hieraus erwuchs den Fabriken von Larderel eine ebenso mächtige als unternehmende Concurrenz.

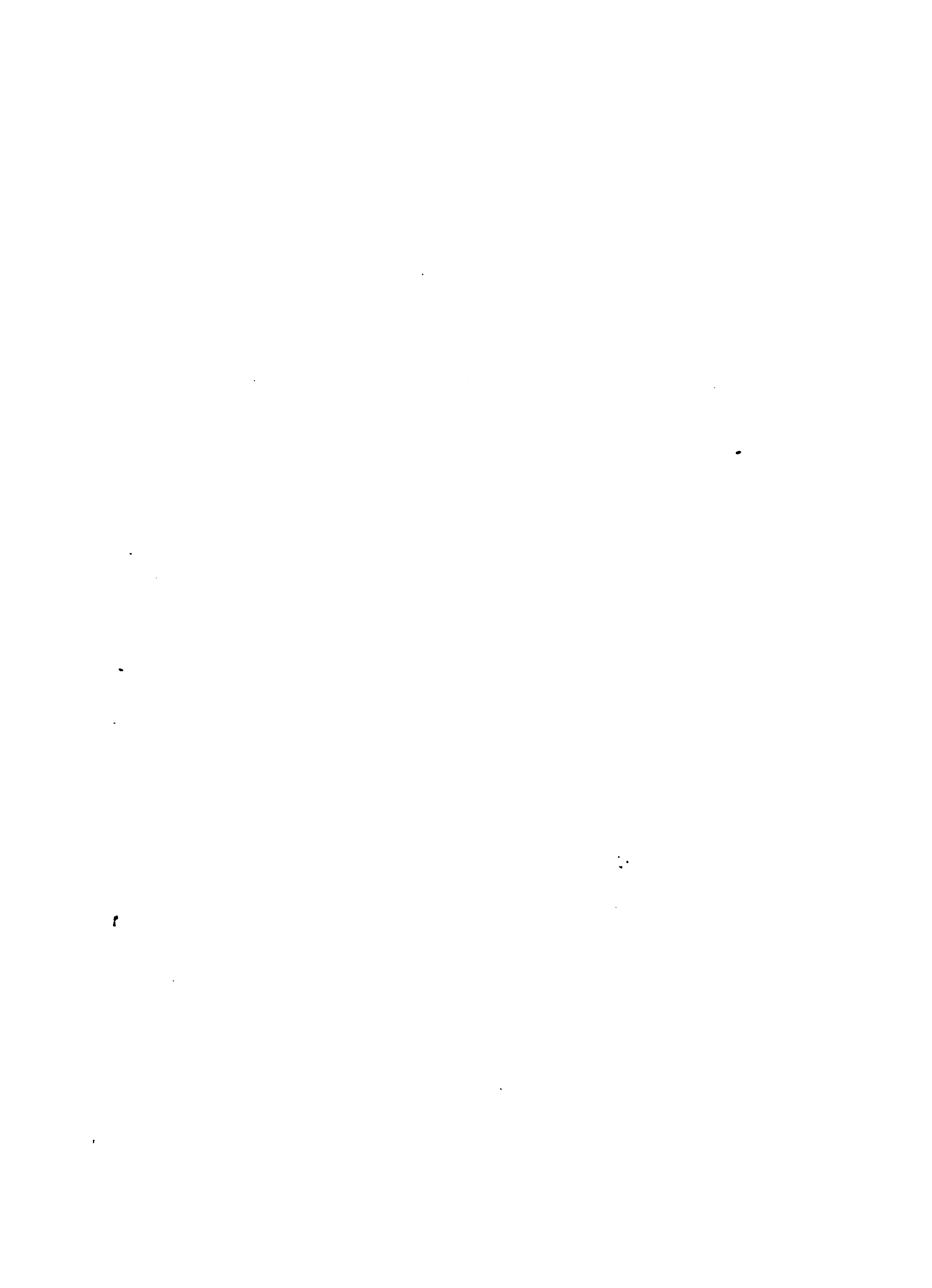
Die Gesammtproduction Italiens an Borsäure beträgt jährlich über zweieinhalb Millionen Kilogramm, in neuester Zeit macht jedoch die californische Borsäure der italienischen immer mehr den Markt streitig. . . . .

In großen Zügen haben wir nun versucht, einen Ueberblick über die Gewinnung und die Bedeutung der Salze zu geben. Wir sahen, welche Bedeutung dem Kochsalze für die Ernährung des Menschen zukommt, wir sahen, wie es geradezu der Ausgangspunkt einer großen Zahl chemischer Industrien wurde. Der Salpeter dient als Düngemittel, er dient zur Gewinnung des Kalisalpeters, und dieses wieder wird dem Bergmanne in Gemeinschaft mit Schwefel und Kohle ein mächtiger Helfer. Auch die Borsäure, welche theils in den Industrien verwendet wird, theils als Antisepticum dient, ist heute unentbehrlich geworden. Der weitverzweigte Handel und Verkehr hat das Salz und die Salze zu allen Völkerschaften des Erdballes gebracht. Dem berühmten Ausspruche Moleschott's: »Ohne Phosphor kein Gedanke!« können wir wohl den Satz gegenüberstellen: »Kein Leben ohne Salz!«






Die fossilen Brennstoffe.
CAROLINEN-SCHACHT (Ostrau)
L. E. Petrovits 923.





»Wir zehren von einem Capitale, das sich nicht reproducirt, sondern, einmal in Licht, Wärme und Kraft verwandelt, auf immer im Raume verschwindet.«

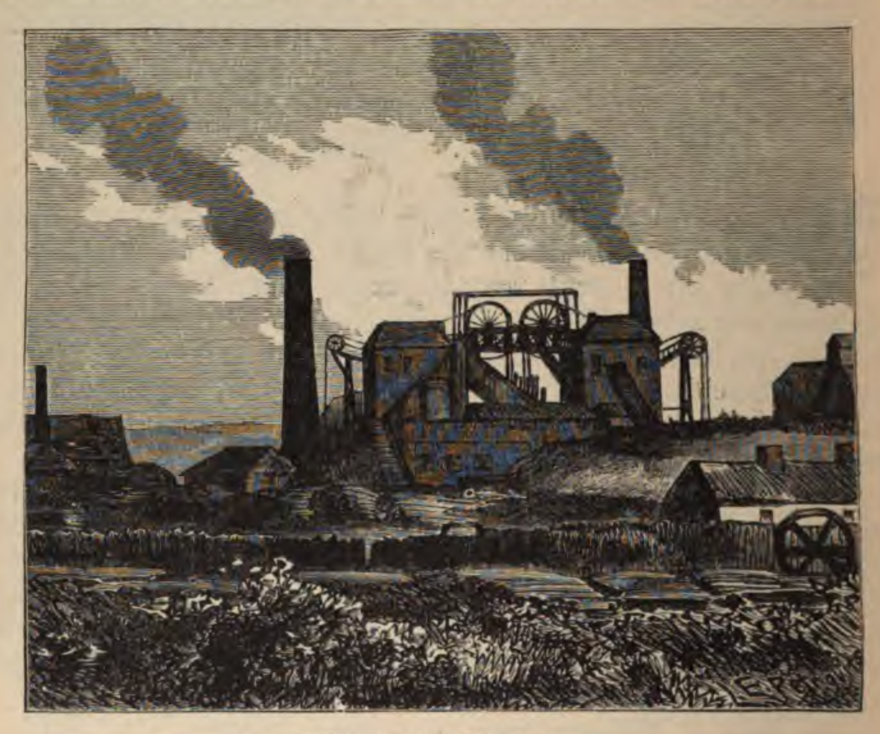
Von all den mannigfaltigen Stoffen, welche durch die mühevolle Thätigkeit des Bergmannes aus dem Innern der Erde ans Tageslicht gebracht werden, kommt neben den Erzen, beziehungsweise den Metallen wohl keinem eine größere Bedeutung zu, als der Kohle. Die Kohle ist heute die Grundlage der meisten Industriezweige, sie hält die tausend und aber tausend gewaltigen Dampfmaschinen auf dem weiten Erdenrund in Bewegung, und sie ist es ferner auch, welche zur Winterszeit belebende Wärme spendet, ohne welche menschliches Leben, Denken und Fühlen unmöglich wäre.

Die Kohle war es, die unserem Jahrhunderte zu dem gewaltigen Fortschritte verhalf, dessen es sich an seinem Ende mit Stolz rühmen kann. Sie hat den Weltverkehr ermöglicht, den Massentransport von Menschen und Waaren, sie nahm einen unmittelbaren und bedeutsamen Einfluß auf die Verarbeitung des wichtigsten aller Metalle, des Eisens. Und in welcher Weise die Eisenindustrie fördernd auf das Wohl der gesammten Menschheit wirkte, braucht nicht mehr des Näheren auseinandergesetzt zu werden.

Die Kohle ist überhaupt heute die gewaltige Spenderin jener Kraftform, welche wir als Wärme bezeichnen, und die Dampfmaschine und die Locomotive sind nur die Mittel, sie in Bewegung umzusetzen. In der Dynamomaschine vermögen wir aber wieder Bewegung in elektrische Energie, und diese dann ferner in Licht und Wärme oder abermals in Bewegung überzuführen, und so wurde die Kohle auch zur directen Förderin des gewaltigsten aller Fortschritte, welchen das Jahrhundert zu verzeichnen hatte: sie ermöglichte die Erzeugung der enormen Elektricitätsmengen, welche heute zur Erleuchtung der Städte, zum Betriebe von Elektromotoren und zur Ausführung elektrometallurgischer Operationen benöthigt werden.

Aber auch in anderer Weise, nicht nur als Kraftlieferantin, hat sich die Kohle ungeheuere Verdienste erworben. Sie war vielmehr auch die Basis, auf

welcher das gewaltige Gebäude unserer chemischen Industrie sich erhob, und zwar sowohl direct als auch indirect. Indirect liefert sie die zur Durchführung vieler chemischer Processe nöthige Wärmemenge, direct ist sie aber selbst ein Object der chemischen Großindustrie, denn aus Kohle wird der größte Theil des Leuchtgases gewonnen, dabei ergeben sich aber als Nebenproducte die so wichtigen Ammoniakverbindungen und der Theer, welcher das Ausgangsmateriale für die heute hochentwickelte Industrie der Theerfarbstoffe ist, welche die natürlichen, dem Pflanzen- und Thierreiche entstammenden Pigmente nahezu vollkommen verdrängten.



Hochbau über einem Kohlenschachte.

Jede Kohle, über deren Zusammensetzung wir später noch eingehender sprechen werden, ist nichts Anderes, als Kohlenstoff in mehr oder minder verunreinigtem Zustande, soferne wir die stets vorhandenen Elemente Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, sowie die unverbrennlichen Antheile, welche die Asche bilden, als Verunreinigungen ansehen wollen. Immer bildet aber der Kohlenstoff den eigentlichen, werthbestimmenden Bestandtheil der Kohle, und es ist daher wohl am Platze, wenn wir uns etwas näher mit den merkwürdigen Eigenschaften dieses interessanten Elementes befassen.

In der Natur kommt der Kohlenstoff in drei Modificationen vor, die sich jedoch wesentlich von einander unterscheiden. Im amorphen Zustande bildet er die

Kohle und scheidet er sich bei der unvollständigen Verbrennung, so beispielsweise aus der russenden Flamme einer Lampe ab. Eine andere Varietät des Kohlenstoffes ist dagegen der Graphit, der in der Technik mannigfache Verwendung findet. Neben diesen beiden schwarzen, undurchsichtigen und unscheinbaren Formen tritt der Kohlenstoff aber noch in einer dritten Form auf, als Diamant, und dann besitzt er unter Umständen den relativ größten Werth aller Körper, die die Natur dem Menschen bietet. Kohle, Graphit und Diamant sind also nur drei verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Elementes, und bei ihrer Verbrennung erhält man, einerlei ob ein blitzender Diamant oder ein Stück Kohle dem Verbrennungsprocesse unterworfen wurde, stets die gleiche Verbindung als Verbrennungsproduct, nämlich Kohlensäure.

Der Kohlenstoff ist aber auch ein wesentlicher Bestandtheil jedes Thieres und jeder Pflanze, und er bildet überhaupt die Grundlage jedes organischen Lebens. Zum Aufbaue organischer Substanz ist jedoch sowohl der amorphe Kohlenstoff der Kohle, wie der krystallisirte des Graphites oder des Diamantes unbrauchbar. Nur in Form einer chemischen Verbindung ist der Kohlenstoff befähigt, zum Aufbaue organischer Substanz beizutragen, nämlich als Kohlensäure, und diese kann wieder nur durch die grüne Pflanze verarbeitet werden.

Die Kohlensäure, die Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, ist in der Natur weit verbreitet, die uns umgebende Luft enthält ungefähr 0·06 Procent. Diese Kohlensäure nehmen nun die grünen Pflanzen durch die Blätter auf, und unter Mitwirkung des Lichtes wird in der nur unter dem Mikroskope sichtbaren Pflanzenzelle die Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten, ersterer dient zum Aufbaue neuer organischer Substanz unter Mitwirkung von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, letzterer wird wieder abgegeben. Gleichzeitig findet in der Pflanze aber noch ein anderer, umgekehrt verlaufender Proceß statt, die Pflanze nimmt nämlich auch Sauerstoff auf, verbrennt, beziehungsweise verathmet mit dessen Hilfe einen Theil der in ihr aufgespeicherten organischen Substanz und giebt die Producte dieser Verbrennung, nämlich Wasser und Kohlensäure, wieder an die Atmosphäre ab. Die durch den Assimilationsproceß entstehende organische Substanz verwendet die Pflanze aber zu ihrem weiteren Aufbaue, zur Bildung neuer Zellen, zur Erhaltung ihrer Art. Der Zerfall von organischer Substanz in der grünen Pflanze und die diesem entsprechende Abgabe von Kohlensäure ist aber geringer, als jene Menge, welche aufgenommen, in der grünen Zelle unter Mitwirkung des Lichtes zerlegt und in organische Verbindungen eingeführt wird. Jede Pflanze bildet demnach gleichsam ein Magazin, in welchem sie Kohlenstoff aufspeichert.

Dieser aufgespeicherte Kohlenstoff ist aber dann als organische Substanz vorhanden, und diese ist es, welche gewissen Pflanzen, nämlich jenen, welche nicht selbst im Stande sind, aus Kohlensäure und Wasser organische Substanz zu produciren, und ferner den Pflanzenfressern zur Nahrung dient. Jene Pflanzen,

welche nicht befähigt sind, selbst organische Substanz zu erzeugen, sind die nicht grünen Schmarotzerpflanzen; indem sie aber bei der Athmung Sauerstoff aufnehmen, zerlegen sie ebenfalls kohlenstoffhaltige Substanz und geben Kohlensäure ab.

Einer großen Gruppe von Thieren sind Pflanzen das einzige Nahrungsmittel. Im Thierkörper wird die Pflanze in Fleisch und Fett umgewandelt und auf diese Weise zum Aufbaue des Thierleibes benützt. Aber auch hier findet keine einseitige Aufspeicherung statt, vielmehr zerfällt bei jedem Athemzuge ein Theil der organischen Substanz und der ihr innewohnende Kohlenstoff wird als Kohlensäure wieder abgegeben. Während aber die grüne Pflanze bedeutend mehr organische Substanz erzeugt und aufspeichert, als sie Kohlensäure abscheidet, ist bei den erwachsenen Thieren das Umgekehrte der Fall. Hier dient nur ein ganz geringer Theil der aufgenommenen Nahrung zur Bildung von Fleisch und Fett, der weitaus größere wird dagegen im Thierkörper verbrannt, verathmet und als Kohlensäure wieder dem Luftmeere zurückgegeben. Und bei den ausschließlich fleischfressenden Thieren verläuft der gleiche Proceß, nur daß diese nicht direct pflanzliche Substanz, sondern schon im Körper des Pflanzenfressers umgeformte, zu Fleisch und Fett verarbeitete aufnehmen.

Einerseits sehen wir in der Natur also eine fortwährende Aufspeicherung des Kohlenstoffes vor sich gehen, andererseits aber auch einen permanenten Zerfall kohlenstoffhaltiger Substanz, so daß der Kohlenstoff in immerwährendem Kreislaufe begriffen ist. Durch die Verbrennung der dem Schoße der Erde entnommenen Kohle wird aber ebenfalls Kohlensäure erzeugt, welche ihrerseits wieder in den erwähnten Kreislauf eintritt; die Pflanze vermag daraus organische Substanz zu bilden, das Thier Fleisch und Fett. Es nehmen somit nicht nur die gegenwärtig im Luftmeere vorhandenen Millionen Kilogramme Kohlenstoff an diesem Kreislaufe theil, sondern auch jene Mengen, welche in vergangenen geologischen Perioden im Schoße der Erde aufgespeichert wurden.

Nach dem Gesetze von der Erhaltung des Stoffes kann von diesen im ewigen Kreislaufe begriffenen Kohlenstoffmengen kein Atom verloren gehen, aber auch das Gesetz der Erhaltung der Kraft findet hier eine seiner schönsten Bestätigungen. Zur Spaltung der Kohlensäure in der grünen Pflanzenzelle ist selbstverständlich eine gewisse Arbeit erforderlich, diese leistet der Lichtstrahl, der durch den Weltraum zur Erde gelangt. Diese Kraft wird aber in der neu entstehenden organischen Substanz aufgespeichert, und sobald diese wieder in Kohlensäure übergeführt wird, wird die gleiche Kraftmenge in Freiheit gesetzt, welche ursprünglich erforderlich war, um in der Pflanzenzelle Kohlenstoff und Sauerstoff zu trennen. Im Körper des Thieres vermittelt diese Kraft alle Functionen des lebenden Organismus, sie erhält die Körperwärme und ermöglicht die Arbeitsleistungen des Muskels.

Und somit ist der Kohlenstoff eigentlich nur ein Ueberträger der Sonnenwärme, welcher alles organische Leben unserer Erde seine Entstehung und seine Erhaltung verdankt ...

Bei der hohen Bedeutung, welche die Kohle für den Menschen besitzt, ist es begreiflich, daß dieses Fossil schon in frühen Zeiten bekannt war und benützt wurde. Dies gilt jedoch selbstverständlich nicht von allen uns heute bekannten Steinkohlenvorkommen, vielmehr wurden nur einzelne und leichter zugängliche ausgebeutet. Dort aber, wo man die werthvollen Eigenschaften der Kohle hatte kennen gelernt, dort war man auch eifrig bestrebt, sich dauernd diesen werthvollen Stoff zu verschaffen, und dort ging man auch bald daran, einen regelmäßigen Bergbau auf Kohle zu betreiben.

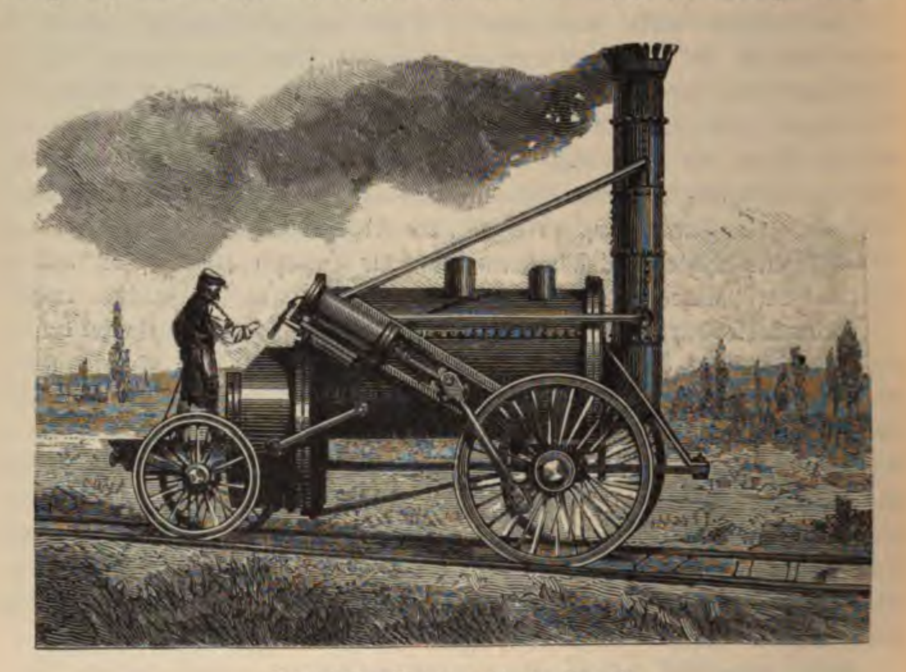
Am frühesten dürfte man wohl in China mit der Steinkohle bekannt geworden sein. Es ist dies umso weniger erstaunlich, wenn wir bedenken, daß die hohe Entwickelung der Cultur in China, wie nicht minder die dichte Bevölkerung dieses Landes bald einen bedrohlichen Mangel an Brennstoffen verursachte, so daß der wahre Werth der Kohle sogleich erkannt werden mußte. Marco Polo, der durch seine ausgedehnten Reisen bekannte Venetianer, fand schon im XIII. Jahrhunderte unserer Zeitrechnung in China die Steinkohle überall in Verwendung, und wir können daher wohl annehmen, daß die Chinesen früher schon als die Völker des europäischen Festlandes die Kohle zu fördern und zu benützen wußten.

Braunkohle dürfte übrigens auch schon im classischen Alterthume bekannt gewesen sein, worauf Stellen einzelner Schriftsteller deuten. Als sicher kann aber gelten, daß die Römer nach der Eroberung Britanniens dessen schier unerschöpfliche Kohlenvorräthe sich wohl zu Nutze zu machen wußten. Funde, welche in Britannien gemacht wurden, gaben aber auch zu der Vermuthung Anlaß, daß schon in prähistorischer Zeit Englands Kohlenvorräthe bekannt und benützt wurden, denn man fand an vielen Orten in sehr alten Bauen Feuersteingeräthe und andere Spuren früher menschlicher Thätigkeit. Es ist daher auch der Schluß gerechtfertigt, daß die Kohle einem Theile des Menschengeschlechtes früher als das Eisen bekannt war.

Es ist begreiflich, daß in einem Lande, welches in so hervorragender Weise mit Kohlenvorräthen gesegnet ist, wie England, und in welchem man schon in so frühen Tagen diese schwarzen Schätze würdigen lernte, auch in späterer Zeit der Kohlenbergbau eifrig betrieben wurde. So kommt es denn, daß auch in weiteren Jahrhunderten die englische Kohlenförderung jene des Continents bedeutend überragte. Man benützte die Kohle zu den verschiedensten Zwecken, sie diente dem Schmiede, wurde aber auch im Haushalte viel verwendet.

Als Kaiser Karls IV. Geheimschreiber Aeneas Sylvius um die Mitte des XV. Jahrhunderts Schottland bereiste, sah er zu seinem nicht geringen Erstaunen, daß man an Stelle anderer Almosen den Bedürftigen schwarze Steine verabreichte, und daß diese sonderbare Gabe mit Vergnügen in Empfang genommen wurde. Er war gänzlich unbekannt mit dem Namen und der Natur dieser Steingattung, und man mußte ihn belehren, daß dieser Stein sich entzünden lasse und wie Holz verbrenne.

In Belgien war man schon gegen das Ende des XII. Jahrhundertes mit der Steinkohle bekannt, und um die Mitte des XIV. Jahrhundertes war die Gewinnung derselben schon so bedeutend, daß ein großer Theil der Lütticher Armee aus Kohlenarbeitern bestand. In Frankreich dagegen geht der Abbau nicht über das XVI. Jahrhundert zurück. Heinrich IV. und Ludwig XIV. beseitigten verschiedene Lasten, welche die Gewinnung erschwerten, aber der Erfolg war so unbedeutend, daß die Kohlenausbeute bis zum Jahre 1789 nicht mehr als 2900 Tonnen betrug. Erst unter Napoleon, dessen Scharfblick die hohe Bedeutung der Stein-



Stephenson's »Rocket« (1829). Zu Seite 608.

kohle richtig erkannte, begann sich der Betrieb der Kohlenbergwerke immer mehr zu heben.

Wie alles den Menschen Nützliche und Vortheilhafte aber Neue, hatte auch die Kohle, und zwar besonders in England, mit Gegnern zu kämpfen. Man eiferte gegen ihre Verwendung des üblen Geruches wegen, den ihr Rauch verursachte, man wollte sie verbieten, da man eine Verpestung der Luft befürchtete, man suchte überhaupt ihre Anwendung so viel als nur möglich einzuschränken. Das Gute bricht sich aber immer Bahn, und dies war auch mit der Kohle der Fall. Statt abzunehmen, nahm der Kohlenconsum immer zu, neue Industrien entstanden, die direct auf die Benützung der Steinkohle angewiesen waren, und die erste Locomotive, welche in England und somit überhaupt in dauernde Verwendung kam, hatte Kohlenzüge zu schleppen. Diese Locomotive war aber die Stammmutter aller

jener tausende Kolosse, die heute die weiten Länder durcheilen, und Georg Stephenson konnte mit Recht sagen, als die erste Locomotive vor seinen Augen vorbeisauste: »Nicht durch die Kraft des Dampfes wird diese Maschine vorwärts bewegt, sondern durch die Kraft der Sonnenwärme.«

Auf dem europäischen Festlande nahm die Kohlenförderung allerdings erst in späterer Zeit größere Dimensionen an, doch steht fest, daß auch hier schon im Mittelalter die Kohle bekannt war; Funde aus prähistorischer Zeit, wie in England, hat man aber, bisher wenigstens, nicht gemacht. Die systematische Ausbeutung der natürlichen Kohlenvorräthe erfolgt auf der ganzen Erde erst seit ungefähr hundert Jahren, wenn wir aber die Statistiken zur Hand nehmen, so zeigen uns diese, daß von Jahr zu Jahr der Verbrauch an Kohle sich steigerte und dem-entsprechend auch die Kohlenproduction immer größere Dimensionen annahm. Und wenn nach einem treffenden Worte Liebig's der Verbrauch an Seife als Maßstab für den Culturzustand eines Landes gelten kann, so können wir andererseits heute sagen, daß die industrielle Thätigkeit eines Landes und somit auch sein Wohlstand proportional gehen mit dem Verbrauche an Kohle.

Und nun wollen wir uns mit der Entstehung und der Gewinnung der fossilen Brennstoffe näher befassen.

Mit der Benennung, »fossile Brennstoffe« pflegt man zum Unterschiede von dem Holze alle jene festen Brennstoffe zu bezeichnen, welche theils unmittelbar von der Oberfläche der Erde, theils aus derem Innern gewonnen werden. Es gehören also in diese Gruppe nebst der Steinkohle und der Braunkohle auch der Torf und selbstverständlich auch der Anthracit. Alle diese Substanzen — und auch das Holz — bestehen aus den Elementen Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, neben welchen ferner noch geringe Mengen Stickstoff und Schwefel, sowie anorganische Bestandtheile vorhanden sind. Im Mittel ist die Zusammensetzung folgende:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holz	50 Procent	6 Procent	44 Procent
Torf	58 »	6 »	36 »
Braunkohle	65 »	7 »	36 »
Steinkohle	80 »	6 »	14 »
Anthracit	95 »	2 »	3 »

Wir sehen also, daß das Holz den höchsten Gehalt an Sauerstoff, dagegen den geringsten Gehalt an Kohlenstoff besitzt. Aber schon der Torf zeigt eine abweichende Zusammensetzung; hier ist der Gehalt an Kohlenstoff etwas höher, jener an Sauerstoff wesentlich geringer und nur der Wasserstoffgehalt ist unverändert geblieben. Noch auffallender ist diese Erscheinung bei der Braunkohle, und gehen wir zur Steinkohle über, so finden wir den Kohlenstoffgehalt schon bedeutend gegenüber jenem des Holzes erhöht und den Gehalt an Sauerstoff vermindert. Der

Anthracit endlich zeigt sich schon als fast reiner Kohlenstoff, der Gehalt an Wasserstoff beträgt nur mehr 2 Procent und der Sauerstoffgehalt hat sich auf 3 Procent vermindert. Graphit endlich ist nahezu ganz reiner Kohlenstoff, er enthält überhaupt keinen Wasserstoff mehr, und die reineren Sorten sind nur durch ganz geringe Mengen anorganischer, also unverbrennlicher Substanz verunreinigt.

Bei Betrachtung dieser verschiedenen Zusammensetzung von Holz, Braunkohle, Torf, Steinkohle und Anthracit ergiebt sich zunächst der auffallende Umstand, daß die Substanz umso reicher an Kohlenstoff wird, einer je älteren Formation sie angehört. Es läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß Steinkohle, Anthracit und Torf eigentlich von einer und derselben Substanz, nämlich von Pflanzensubstanz, abstammen, mit anderen Worten, daß der Anthracit wie die Steinkohle ursprünglich Braunkohle und diese wieder seinerzeit Torf gewesen sind. Die Entstehung des Torfes vollzieht sich aber auch in unserer Zeit, und hier können wir von Jahr zu Jahr beobachten, wie er aus der abgestorbenen Vegetation hervorgeht, wie er sich bildet, und wie aus der ursprünglich grünen Pflanzensubstanz mit zunehmendem Alter ein immer kohlenstoffreicherer und sauerstoffärmerer Torf entsteht. Die moderne Forschung hat, besonders seit sie das Mikroskop in ihre Dienste stellte, diese Anschauung vollinhaltlich bestätigt, und wir müssen heute sagen, daß die fossilen Brennstoffe nur die einzelnen Glieder einer Reihe bilden, die in letzter Linie auf lebende Pflanzen zurückführt, welche nach ihrem Absterben verschiedenen, mehr oder minder tief greifenden Zersetzungs- und Umwandlungsvorgängen unterlagen. Natürlich waren diese Vorgänge nicht an allen Punkten der Erde die gleichen, und selbstverständlich hat die Flora, aus welcher die einzelnen Fossile hervorgingen, im Laufe der geologischen Epochen manche Umwandlung erfahren. Die Braunkohlen und Steinkohlen, welche heute unsere Dampfkessel heizen, sind aus längst ausgestorbenen Pflanzenfamilien hervorgegangen, nichtsdestoweniger wird sich nach weiteren Jahrhunderttausenden aus unseren Torflagern, soferne nur die günstigen Bedingungen vorhanden sind, ebenfalls Braunkohle, daraus Steinkohle und daraus Anthracit gebildet haben, denn die Art der Pflanze hat damit nichts zu thun, wohl aber deren Zusammensetzung, und diese, das heißt der durchschnittliche Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, ist bei den einzelnen Individuen keinen wesentlichen Schwankungen unterworfen.

Wir werden die Verhältnisse, unter welchen die mächtigen Ablagerungen der fossilen Brennstoffe, die wir heute ausbeuten und die einer der wichtigsten Factoren in unserem Culturzustande geworden sind, noch näher kennen lernen, und werden eingehend jene Processe studiren, der die Kohlenflötze ihre Entstehung verdanken. Diese Umwandlung der pflanzlichen Substanz in Kohle wird uns aber am deutlichsten werden, wenn wir mit der jüngsten dieser Formationen beginnen, wenn wir zunächst die Entstehung des Torfes in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen.

Der Torf entsteht an solchen Stellen, an welchen das Wasser durch einen undurchlässigen Untergrund am raschen Abfließen gehindert wird, also in Niede-

in Mulden und Vertiefungen des Bodens. An diesen Stellen siedelt
ächst die charakteristische Torfvegetation an, Sphagnum= und Hypnumarten
dere zur Familie der Moose gehörende Pflanzen. Diese finden hier die
sten Bedingungen zu ihrer Entwickelung, im Herbste stirbt die Vegetation
d durch das Wasser bedeckt und erleidet nun jene Veränderung und Zer=
welche zur Torfbildung führt. Im kommenden Jahre ersteht aber aufs



Torfmoos (Sphagnum squarrosum). Zu Seite 611.

die üppige Vegetation, welcher die unteren Schichten genügend Wasser zu=
, und auch diese geht im Herbste unter und lagert sich mehr oder minder
f die schon versunkene Schichte auf. Dies wiederholt sich nun von Jahr zu
von Jahrhundert zu Jahrhundert. Die tieferliegenden Schichten werden
die Last der auf ihnen ruhenden jüngeren zusammengedrückt, dadurch geht
lich die Structur der einzelnen Theile verloren, und es entsteht schließlich
ichte, innig zusammenhängende und verfilzte Masse, in welcher zunächst noch
zelnen Pflanzenindividuen zu erkennen sind. Je weiter aber die Zersetzung
reitet, desto größere Veränderungen machen sich bemerkbar und schließlich

bildet der Torf eine schwarze, fast erdige Masse, in welcher mit freiem Auge kaum mehr Theile der Pflanzen zu erkennen sind.

Aus den abgestorbenen Pflanzen, wie auch aus dem Wasser, welches einen Hauptfactor bei der Torfbildung bildet, wachsen und blühen aber immer wieder neue Generationen, welche allerdings mit ihren Wurzeln nicht mehr den Grund des Moores oder den normalen Stand des Wasserspiegels erreichen können. Die tiefer gelegenen Schichten führen jedoch durch capillare Auffaugung genügend Feuchtigkeit zu, so daß trotzdem die Vegetation eine äußerst üppige ist. Es entstehen dann kleinere oder größere im Sommer prächtig grüne Hügel, schwellenden Pölstern gleich, welche den Hochmooren ein ganz eigenthümliches Gepräge verleihen. Ueberhaupt ist die Vegetation der Moore eine äußerst üppige und reichhaltige, und zur Sommerszeit bietet ein noch jungfräuliches Moor einen prächtigen Anblick: blühende Blumen und herrliches Grün wechseln ab, der elastische Boden dämpft den Schall des Trittes, und das Heidekraut überzieht weite Strecken, so daß sie zur Blüthezeit wie mit Purpur übergossen aussehen.

Die chemischen Veränderungen, welche die abgestorbenen Torfmoose erleiden, sind mehr verwickelter Natur, im Allgemeinen kann man sie jedoch als eine Verwesung unter Wasser, also bei mangelndem Sauerstoffzutritte, bezeichnen. Zunächst zersetzt sich der stickstoffhaltige, in den Zellen enthaltene Saft, wodurch der Inhalt der Zellen eine braune Farbe annimmt. Dann kommen aber auch die beständigeren Verbindungen der abgestorbenen Pflanze an die Reihe, und zunächst tritt als Product dieser Veränderung Sumpfgas auf. Das Sumpfgas, dessen Eigenschaften wir noch bei Besprechung der schlagenden Wetter näher erörtern werden, ist ein nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehendes Gas, welches jedoch auf je ein Atom Kohlenstoff vier Atome Wasserstoff enthält. Der Kohlenstoff nun, aus welchem es besteht, wie natürlich auch der Wasserstoff stammen aus den zersetzten Torfpflanzen, und das Entweichen dieser Verbindung bewirkt eine namhafte Abnahme des Wasserstoffes gegenüber der Zusammensetzung der grünen Pflanze. Ferner wird auch direct Wasser abgespalten, wodurch dann nicht nur der Gehalt an Wasserstoff, sondern auch an Sauerstoff eine Verminderung erfährt. Endlich tritt Kohlensäure wie bei jeder Verwesung oder Verbrennung auf, wodurch, da die Kohlensäure auf ein Atom Kohlenstoff zwei Atome Sauerstoff enthält, besonders der Gehalt der abgestorbenen Pflanzenmasse an letzterem Elemente ein geringerer wird. Indem nun diese Veränderungen theils nebeneinander, theils nacheinander immer weiter fortschreiten, wird der Gehalt der nur aus abgestorbenen Pflanzen bestehenden Masse an Kohlenstoff ein relativ immer größerer, an Wasserstoff und Sauerstoff dagegen ärmer, bis schließlich jenes mehr oder minder amorphe Product resultirt, welches wir als Torf bezeichnen. Wie wir gesehen haben, ist mit der Torfbildung stets auch ein Verlust an Kohlenstoff verknüpft, da Kohlenstoff in Verbindung mit Wasserstoff als Sumpfgas und mit Sauerstoff als Kohlensäure an die Luft abgegeben wird. Gegenüber den austretenden Mengen Wasserstoff und

Sauerstoff ist jedoch dieser Verlust verschwindend klein, und so ist es erklärlich, weshalb die hinterbleibende zersetzte Substanz immer reicher an Kohlenstoff, dagegen ärmer an Wasserstoff und Sauerstoff wird.

Wir erwähnten früher, daß die Torflager das erste Glied in der Reihe der fossilen Brennstoffe bilden, und daß aus ihnen dann nach und nach die Braunkohlenlager, Steinkohle u. s. w. entstehen. Dies setzt jedoch voraus, daß die Torflager in eben solch imponirender Mächtigkeit anzutreffen sind, oder doch ursprünglich vorhanden waren, daß daraus die oft gewaltigen Flötze von Kohle entstehen konnten, welche heute dem Abbaue unterliegen. Und in der That treffen wir heute noch Torflager, die bezüglich ihrer Ausdehnung wohl mit den größten uns bekannten Flötzen zu rivalisiren vermögen. Wir erinnern an die ausgedehnten Moore Irlands, an die Moore an den flachen Küsten der Nordsee, an die mächtigen Torflager im nördlichen Amerika, in Asien und an vielen anderen Orten. Wenn wir nun ferner annehmen, daß im Laufe der Zeit, und nicht zuletzt durch des Menschen Hand, so manches Moor aufgehört hat, ein solches zu sein, so begreifen wir, daß auch der Menge nach die Kohlenvorräthe der Erde aus den Torflagern hervorgegangen sein können, ganz abgesehen davon, daß auch der streng wissenschaftliche Nachweis dafür erbracht wurde.

Je nach dem Alter besitzt der Torf verschiedene Eigenschaften und verschiedenes Aussehen. So ist der Fasertorf hellbraun bis gelb gefärbt und läßt noch deutlich die Structur der einzelnen Pflanzen erkennen. Der Bruchtorf dagegen, welcher vorzugsweise die unteren Schichten der norddeutschen Niederungsmoore bildet, ist im nassen Zustande eine fast schwarze, jedenfalls aber sehr dunkel gefärbte breiige Masse, die aber durch das Trocknen einen innigen Zusammenhang gewinnt. Am weitesten in der Zersetzung ist der Pack- oder Specktorf vorgeschritten, in welchem nur mehr vereinzelt pflanzliche Ueberreste zu erkennen sind. Diese Art des Torfes bildet den Uebergang vom Torf zu den jüngeren Kohlen, wird jedoch nur sehr selten angetroffen.

Die meisten bisher näher studirten Torflager gehören der jüngsten Entwickelungsperiode unserer Erde, der Alluvialzeit an, was daraus hervorgeht, daß alle pflanzlichen und thierischen Ueberreste, welche in den Mooren angetroffen werden, mit den gegenwärtig noch lebenden Arten übereinstimmen. Ueberhaupt sind die Moore ein treffliches Conservirungsmittel für solche Ueberreste, und so mancher für den Paläontologen wie für den Culturhistoriker wichtige Fund wurde in Torfstichen gemacht. Nur sehr wenige Torflager, und darunter viele in Mecklenburg und Ostpreußen gelegene, entstammen der Diluvialzeit. Die Torflager können uns aber einen annähernden Begriff von der Dauer geologischer Epochen geben. Man fand Torflager mit einer Mächtigkeit bis zu 30 Meter, und hatte andererseits Gelegenheit, festzustellen, daß der jährliche Zuwachs ungefähr 1—2 Cm. beträgt, wobei jedoch die durch die Zersetzung bedingte Verkleinerung des Volumens, sowie die Pressung der unteren Schichten durch die darauflastenden, nicht mit in

Rechnung gezogen ist. Zieht man alle diese Umstände in Betracht, so ergiebt sich eine Zahl von Jahren, welche jene Spanne Zeit, die unsere Geschichte umfaßt, um das Zehnfache bis Zwanzigfache übertrifft.

Der Torf findet dort, wo er in ausreichender Mächtigkeit auftritt, ausschließlich als Brennmateriale Verwendung, allerdings ist dieses in der Regel sehr geringer Qualität. Man formt dann aus der Torfmasse durch Ausstechen derselben Ziegel, wozu theils Handarbeit, theils Maschinenarbeit dient. An einzelnen Orten versucht man auch, ganz jungen, noch sehr wenig zersetzten Torf in der Weise zu verwerthen, daß man aus der hellbraunem Filz sehr ähnlichen Torfmasse Platten



Das Laibacher Moor. Zu Seite 613.

schneidet, die dann als Isolirmateriale und zu ähnlichen Zwecken Verwendung finden. Nicht unerwähnt wollen wir es schließlich lassen, daß man vielfach auch bestrebt ist, ausgedehnte Moore durch geeignete Maßnahmen, wie Tieferlegung des Wasserspiegels, kräftige Düngung mit künstlichen Düngemitteln, Auftragen der Sandschichte, auf welcher das Moor ruht u. s. f., in culturfähiges Land zu verwandeln, und dadurch den Ertrag von Grund und Boden zu erhöhen, die Nutzung zu verbessern, und zwar durch Anbau von Hafer, Mais, Hirse, Rübe u. s. f. Der Ertrag ist dann ein bedeutend höherer, wie wenn der Torf verbrannt oder zu Streutorf umgewandelt wird.

Endlich sei noch bemerkt, daß man in jüngster Zeit der Verwendung des Torfes als Brennmateriale dadurch eine größere Ausdehnung zu geben bestrebt

ist, daß man ihn mittelst eigener Maschinen zu Ziegeln unter hohem Drucke formt, also Briquettes erzeugt, welche dann die Härte der Braunkohle besitzen, wesentlich dichter sind, als der gestochene Torfziegel, und aus beiden Gründen auch einen weiteren Transport vertragen. Wir müssen uns versagen, auf diese Verhältnisse noch näher einzugehen, wir wenden uns vielmehr, da wir die Entstehung des jüngsten Gliedes der Reihe der fossilen Brennstoffe kennen gelernt, dem zweiten derselben, der Braunkohle zu.

Während die Torflager theils der Alluvialzeit, theils dem Diluvium entstammen, gehören die Braunkohlen der Tertiärformation an. Die Braunkohlen bilden aber nicht eine eigene Gruppe für sich, sondern in gleicher Weise, wie sich Uebergänge von Braunkohle zur Steinkohle finden, sind ebensolche Zwischenglieder vorhanden, welche nach und nach vom Torf zur Braunkohle führen. So findet man in vielen älteren Torflagern Holzstücke, die ganz die Beschaffenheit des Lignites angenommen haben, und ein weiteres, noch mehr charakteristisches Zwischenglied ist die Schieferkohle, welche sich im Diluvium der Nordalpen findet.

Der chemischen Beschaffenheit nach nehmen die Braunkohlen die mittlere Stufe zwischen Torf und Steinkohle ein. Sie enthalten mehr Kohlenstoff und weniger Sauerstoff als ersterer, lassen aber häufig noch die Structur der Pflanzen mit freiem Auge erkennen; auch ist die Färbung von hellbraun bis zum dunklen Braun in allen Nuancen vertreten. Bemerkenswerth ist ferner, daß die Braunkohlen selbst untereinander eine große Verschiedenheit aufweisen, je nach den örtlichen Verhältnissen, unter welchen sich ihre Entstehung vollzog. Auch die Beschaffenheit der Pflanzen, aus denen sie entstanden, hatte hierauf einen großen Einfluß, desgleichen die Bedeckung mit undurchlässigen oder durchlässigen Schichten, und besitzen Braunkohlenlager, welche einem hohen Drucke ausgesetzt waren, oft ein Aussehen und eine Structur, welche sie der Steinkohle sehr ähnlich machen.

Die Anschauungen über die Entstehung der Braunkohle sind noch nicht vollständig aufgeklärt. Man erblickt in ihnen einerseits die Ueberreste mächtiger Waldungen, bestehend aus Laub- und Nadelhölzern, die durch Meeresströmungen an geschützten Orten zusammengeschwemmt wurden und dort den Zersetzungs- und Verwesungsproceß durchmachten. Andererseits nimmt man aber an, daß sie, in gleicher Weise wie die Torflager, an Ort und Stelle entstanden und ihren Ursprung ebenfalls einer üppigen Vegetation von Moosen und Schilfpflanzen verdanken. Wie nun die moderne Forschung ergab, sind beide Anschauungen gleichberechtigt, da thatsächlich Braunkohlenlager sowohl auf die eine, wie auch auf die andere Art entstanden. Diese Art und Weise der Entstehung hatte aber naturgemäß einen großen Einfluß auf die Structur und die Beschaffenheit der Braunkohlen, und auch die Mächtigkeit der Ablagerungen, die Größe und Ausdehnung der Flötze wurde durch die Art der Entstehung beeinflußt.

Und in der That ist die Ausdehnung und das Vorkommen der Braunkohle ein sehr wechselndes. Wir finden nahezu alle Abstufungen von mächtigen, oft

50—70 Meter starken Flötzen bis herab zu ganz kleinen Einschlüssen, die ihrer geringen Mächtigkeit wegen den Abbau nicht mehr lohnen. Auch bezüglich der Flächenausdehnung treffen wir auf ganz ähnliche Verhältnisse. Bemerkenswerth ist es aber gewiß, daß gerade die mächtigen Braunkohlenablagerungen in der Mehrzahl der Fälle älteren Formationsstufen angehören.

Während zwischen Torf und Braunkohle immerhin noch gewisse und leichter wahrnehmbare Unterschiede bestehen, geht Braunkohle in Steinkohle ganz allmählich über, so daß es oft sehr schwer hält, eine Grenze zwischen beiden zu ziehen und eine Kohle mit Bestimmtheit als Braunkohle oder Steinkohle zu diagnosticiren. Man begnügte sich früher damit, als Erkennungszeichen für Braunkohle anzuführen, daß sie einen braunen Strich giebt, sich durch Erwärmung mit Aetzkalilösung bräunt und, der trockenen Destillation unterworfen, ein stets freie Essigsäure oder essigsaures Ammon enthaltendes Destillat liefert. Steinkohle dagegen besitzt einen schwarzen Strich, bräunt sich, mit Alkalien gekocht, nicht und liefert als Destillationsproduct nur freies Ammoniak. Diese Unterscheidungsmerkmale sind aber durchaus nicht immer zutreffend, und um ein entscheidendes Urtheil zu fällen, müssen auch die Lagerungsverhältnisse in Betracht gezogen werden, wobei als Regel gelten kann, daß Braunkohlen sich in keiner Formation finden, welche älter ist, als die Tertiärperiode. Uebrigens hat man in neuester Zeit gelernt, durch geeignete Behandlung der Kohlen diese gewissermaßen aufzuschließen und aus dem mikroskopischen Bilde der hinterbleibenden Theilchen zu constatiren, ob Braun- oder Steinkohle vorliegt.

Die bergmännische Gewinnung der Braunkohle ist je nach der Art ihrer Lagerung verschieden. Vielfach finden sich Lager, welche nur durch eine wenige Meter mächtige Schicht von Sand bedeckt sind. An solchen Orten wird dann Tagbau betrieben, indem man die Sandschichte abträgt, und die Kohle gewinnt. Die Einrichtungen eines solchen Tagbaues sind oft noch sehr primitiver Natur, sie sind dann wohl nicht viel verschieden von jenen Maßnahmen, welche zum Betriebe eines Steinbruches erforderlich sind.

Wo jedoch die Kohle in bedeutenden Massen auftritt und das Deckgebirge eine größere Mächtigkeit erreicht, wird die Kohle durch Schächte angefahren und regelrechter Bergbau betrieben, wobei dann alle schon an früherer Stelle besprochenen Sicherungsvorkehrungen, Wetterführung, Wasserhaltung u. s. f. in Anwendung kommen müssen.

Nur in den seltensten Fällen ist die geförderte Braunkohle so rein, daß sie direct den verschiedenen Arten ihrer Verwendung zugeführt werden kann. Vielmehr muß sie zunächst noch einer Aufbereitung unterzogen werden, um ihr anhaftenden Staub, dann Sand u. dgl., zu entfernen. Die Art der Aufbereitung ist aber in hohem Maße sowohl durch die Beschaffenheit der Kohle selbst, als auch durch den Preis derselben bedingt. Eine Kohle, welche ein nur wenig festes Gefüge besitzt und zum Zerfallen neigt, muß wesentlich vorsichtiger behandelt werden, als eine



Kohlentagbau bei Dux in Böhmen. (Wandgemälde von Alois Schönn im k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien.)



mehr feste Braunkohle. Aus diesem Grunde findet nur in wenigen Fällen eine nasse Aufbereitung statt, und in der Regel wird die Braunkohle einer trockenen Aufbereitung unterzogen.

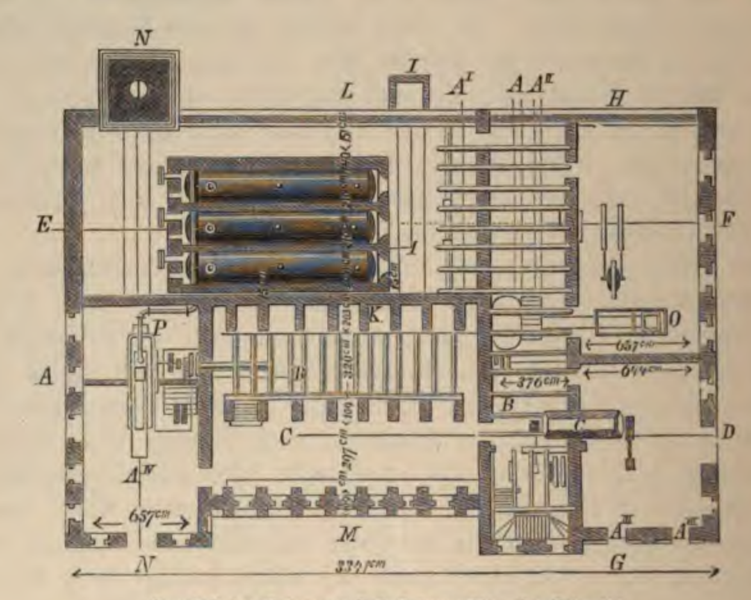
Alle diesem Zwecke dienenden Apparate beruhen auf dem gleichen Principe, nämlich auf der Trennung specifisch schwerer und leichterer Antheile durch die Bewegung, wie sie im gewöhnlichem Handsiebe ausgeführt wird, und wobei Siebbleche mit verschiedener Lochweite Anwendung finden. Die Abläufe von den verschieden weiten, gewöhnlich übereinander angeordneten Sieben werden dann mit Hilfe von Transportbändern getrennt aufgefangen; gewöhnlich ist die Einrichtung getroffen, daß die einzelnen, gleich großen Stücke, der Abfall u. s. f., direct in untergefahrene Wagen fallen. In diesen werden die zum Versandt bestimmten Sorten nach den Verladerutschen gebracht. Alle diese Apparate sind sehr leistungsfähig, wie Karlik's Pendelrätter, Schmitt's Spiralsieb, und besonders ist hervorzuheben, daß sie die Kohle sehr schonen, daß also durch die Aufbereitung selbst keine nennenswerthe Zerstörung und Abbröckelung der Stücke stattfindet. Wir werden übrigens noch Gelegenheit haben, die Anordnung einer Aufbereitungsanlage für Braunkohle kennen zu lernen.

Von großer Bedeutung für die Kohlenindustrie, besonders wenn es sich um Verwerthung milder und leicht zerreiblicher Braunkohlen handelt, ist die Herstellung sogenannter Preßsteine oder Briquettes. Erst diese Erfindung ermöglichte es, bedeutende Mengen von Braunkohlenabfall, der sonst nahezu werthlos war und keinen weiten Transport vertrug, in lohnender Weise zu verarbeiten, und zwar in der Weise, daß das Materiale durch Pressung in die Form fester Ziegel gebracht wird, die dann fast ebenso dicht sind, wie die Stückkohle, den gleichen Heizwerth besitzen, sich transportiren lassen und wenig Raum einnehmen. Man suchte die Herstellung solcher Preßsteine auf verschiedene Weise zu erreichen.

Nach den älteren Verfahren wurde die Kohle zunächst durch Uebergießen mit Wasser in einen dicken Brei verwandelt und dieser in den Pressen zu Stücken von der gewünschten Größe geformt. Die Preßsteine wurden dann einer Trocknung unterworfen, welche aber billig sein mußte, man beschränkte daher die Fabrikation der Naßpreßsteine auf die Sommermonate und sah von einer künstlichen Trocknung ab. Die nach diesem Verfahren erhaltenen Briquettes enthielten aber immer noch beträchtliche Wassermengen, oft bis zu 40 Procent ihres Gewichtes und darüber, auch waren die Steine nicht sehr fest und vertrugen aus beiden Gründen keinen weiteren Transport, daher mußten sie in der Nähe der Erzeugungsstätte auch verbraucht werden.

Man verließ deshalb bald dieses Verfahren und wandte sich der Erzeugung von Briquettes durch trockene Pressung zu. Jedoch ist nicht jede Braunkohle zur Briquettirung geeignet, vielmehr muß sie eine gewisse Menge Bitumen enthalten, welches sich durch die unter dem hohen Druck der Presse entstehende Wärme verflüssigt, und dann nach dem Erkalten die Verbindung der einzelnen Theilchen

bewirkt. Die Herstellung der Preßsteine auf trockenem Wege wird wohl am deutlichsten, wenn wir eine solche Anlage selbst betrachten. So besteht das Etablissement der Braunkohlengrube »Heinrich« zu Langmöls nach **Jüppmann** aus einer Anzahl verschiedener, dem Gange der Fabrikation angepaßter Räume. Links (siehe die untenstehende Abbildung) befindet sich am Giebel nach vorne das Maschinenhaus, hinter diesem liegt direct das Kesselhaus, inmitten der Anlage ist an der Vorderseite der Trockenraum untergebracht und an diesen stößt rechts zunächst ein Treppenhaus, welches die Communication mit den oberen Räumen herstellt und neben diesen liegt, ebenfalls nach vorn am rechten Giebel, der Raum zur Sor-



Grundriß der Briquettes-Fabrik Langmöls. Zu Seite 618.

tirung der Braunkohlen. Hinter dem Treppenhause und dem zuletzt genannten Raume ist noch ein Raum vorhanden, in welchem sich ein Ventilator und eine Ofenanlage befinden. Neben dem Heizraume des Kesselhauses ist noch ein weiterer Raum eingeschoben, welcher im ersten Stock die Bahngeleise für die Zufuhr der Braunkohle aufnimmt.

Die Braunkohlen gelangen von dem Förderschachte »Bahnschacht« in die Fördergefäße auf der Bahnlinie A (siehe den Grundriß) nach dem Etablissement. Von A zweigt eine zweite Linie A[1] ab, welche die zur Heizung der drei Betriebskessel erforderliche Kohle direct in das Kesselhaus liefert. Die für die Aufbereitung und Briquettes-Fabrikation bestimmte Kohle geht dagegen auf der erwähnten Linie A direct in den Fabrikationsraum und wird dort in den Rumpf B entleert und von einer Speisewalze gleichmäßig dem Sortircylinder C zugeführt. Die ent-

leerten Fördergefäße gehen auf der Bahnlinie A'', von dem Fabriksraume und dem Kesselhause nach dem Schachte zurück.

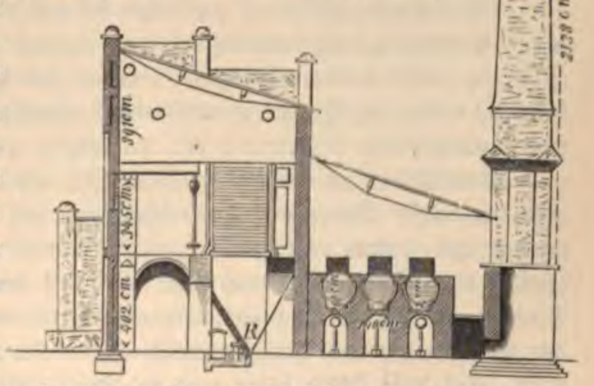


Längsschnitt der Briquettes-Fabrik Langmöls. Zu Seite 619.

Die Herstellung der Briquettes zerfällt in das Sortiren der Braunkohle, in das Trocknen derselben und in das Pressen der Briquettes.

Im Sortircylinder C wird zunächst die Förderkohle zu drei Sorten aufbereitet, deren feinste von Staubform an bis zur Größe von ungefähr 1 Cbcm. dem Elevator D anheimfällt, welcher sie in die Höhe hebt und einer Schnecke E zuführt. Die letztere transportirt diese feine Kohle über die ganze Länge des im zweiten Stockwerke des Trockenraumes befindlichen Trockenbodens F, auf welchem sie zu einer Reservehalde aufgestapelt wird. Die Maschinenkohle fällt durch den Trichter G in ein Transportgefäß, ebenso die über den Cylinder hinweggehende Würfelkohle, auf einer weiteren Bahnlinie A''' werden beide dann nach dem Bahnhofe zur Verladung gefahren.

Von der Reservehalde auf dem Trockenboden wird die Kohle durch Arbeiter gleichmäßig über die vierzehn Trockenöfen vertheilt. Die für den Trockenproceß erforderliche Wärme wird ausschließlich von den Retourdämpfen der Pressen und der Betriebsmaschinen geliefert. Der Dampf durchströmt dabei Rohrsysteme, welche in den Trockenöfen angeordnet und ringsum von der zu trocknenden Kohle umgeben sind. Dadurch wird die Kohle einer mäßigen Temperatur von 70—75° C. ausgesetzt.



Querschnitt der Briquettes-Fabrik Langmöls. Zu Seite 619.

Um die Verdampfung des in der Kohle vorhandenen Wassers zu beschleunigen und die Condensation der Wasserdämpfe innerhalb des Trockenraumes zu verhindern, liefert der hinter dem Aufbereitungsraume befindliche Ventilator einen kräftigen

Windstrom, welcher in dem ebenfalls durch Retourdämpfe geheizten Ofen O auf 70—75° C. erhitzt und dann durch die zu trocknende Kohle getrieben wird. Auf diese Weise wird eine sehr rasche und fast kostenlose Trocknung der Kohle erzielt.

Die getrocknete Kohle wird durch eine von der Betriebsmaschine in Bewegung gesetzte Vorrichtung automatisch aus dem Trockenofen entleert, während die nasse Kohle von oben aufgegeben wird, und gelangt dann in das unter dem Trockenraume befindliche Reservoir R, welches dazu dient, die sich zwischen Zuführung und Verbrauch der Kohle ergebende Differenz auszugleichen. Eine von der Presse P bewegte Vorrichtung führt die trockene Kohle aus dem Reservoir R nach dem Elevator D, welcher sie dann dem Vertheilungsschieber der Presse überliefert.

Die Presse ist nach dem zuerst im Inlande angewendeten, später durch Exter in Baiern und der Provinz Sachsen verbreiteten Principe, nach welchem trockene Massen ohne ein besonderes Bindemittel von einem Stempel stoßweise durch ein entsprechend geformtes metallenes Rohr gepreßt werden, construirt. Die Reibung, welche zwischen dem Kohlenkörper und den Wänden des Rohres entsteht, bildet den Widerstand für die Pressung, welche pro Quadratcentimeter 2200 bis 3650 Kgr. betragen muß, um die Kohlenfragmente zu festen, einheitlichen Massen zu vereinen.

Eine Gefahr bei der Herstellung der Briquettes bilden die stets in größerer Menge in der Luft vorhandenen Kohlenstaubtheilchen, welche sich leicht entzünden, und dann zu heftigen, großen Schaden anrichtenden Explosionen Anlaß geben. Man ist daher durch Anwendung verschiedener Vorrichtungen bestrebt, einerseits die Menge dieses Staubes auf ein Minimum zu reduciren, andererseits aber Apparate aufzustellen, durch welche er an der Stelle seiner Entstehung gesammelt und unschädlich gemacht wird. Ueber das Wesen solcher Kohlenstaubexplosionen werden wir an einer anderen Stelle noch sprechen.

Während der Pressung erwärmen sich natürlich die Briquettes sehr stark, und es ist schon häufig vorgekommen, daß frisch erzeugte Briquettes, welche in noch heißem Zustande verladen oder magazinirt wurden, sich selbst entzündeten. Man ist daher bestrebt, vorher die Preßsteine entsprechend abzukühlen, und man erreicht dies durch eine eigenthümliche Anordnung der Transport- und Verladevorrichtung selbst.

Unmittelbar an die Presse schließt sich nämlich eine aus Holz oder Flacheisen hergestellte Rinne an, in welche durch den Druck des eben gepreßten Briquettes das diesem vorliegende um die Länge eines Preßsteines vorwärts geschoben wird. Indem sich nun dieser Vorgang immer wiederholt, entsteht in der Rinne ein langer Strang von aneinandergereihten Briquettes, welche, sobald in der Presse ein neues Briquett entstand, um die Länge desselben weitergeschoben wird. Auf diese Weise führt man die Briquettes viele Meter weit, bis zu den Magazinen oder den Bahnwagen fort, und erreicht nicht nur eine billige Art des Transportes, wobei Handarbeit ganz vermieden wird, sondern auch eine Abkühlung der frischen Preßsteine auf diesem langen Wege.

Eine andere Art der Verwendung der Braunkohle besteht darin, daß man durch trockene Destillation den in manchen Sorten in reichlicher Menge vorhandenen Theer, der der Hauptsache nach aus Paraffinen besteht, gewinnt. Dieser Theer der Braunkohlenschwelereien wird dann weiter verarbeitet, in den Retorten verbleibt der sogenannte Grudecoaks, welcher die Eigenschaft besitzt, einmal entzündet, fortzuglimmen, so daß kein Rost erforderlich ist. Da dieses Abfallproduct zu einem sehr geringen Preise zu haben ist, und thatsächlich in seiner Verwendung zu Heizzwecken mancher Vortheil liegt, so wurde es in den abgelaufenen Jahren im nördlichen Deutschland zu einem sehr beliebten Feuerungsmateriale.

Ein sehr unliebsames Product der böhmischen Braunkohlengruben ist die bei der Aufbereitung abfallende Feinkohle, welche so arm an bituminösen Bestandtheilen ist, daß sie nicht briquettirt werden kann. Diese Braunkohlenlösche bildet daher ein höchst lästiges Abfallproduct, für welches sich bislang noch keine Verwerthung gefunden hat. Sie wird auf Halden gestürzt, wo sie sich sehr bald von selbst entzündet und verbrennt. Wer des Nachts die böhmischen Braunkohlengegenden durchfährt, wird gewiß schon die allenthalben züngelnden Flammen und sprühenden Funken wahrgenommen haben, und bei Tage verleihen die dichten Rauchwolken, die diesen Halden entsteigen, sowie überhaupt die ganze Braunkohlenindustrie der Gegend ein höchst eigenthümliches Gepräge. . . .

Wir wenden uns nun der Besprechung der Steinkohlen, ihrer Entstehung, Verbreitung, Gewinnung und Verwerthung zu. Die Unterscheidungsmerkmale zwischen Braunkohle und Steinkohle haben wir schon erwähnt, wir betonten auch, daß der Uebergang von Braunkohle in Steinkohle noch weit weniger unvermittelt ist, wie jener von Torf zu Braunkohle, so daß sich in vielen Fällen nur sehr schwer, wenn überhaupt, eine Grenze zwischen beiden Kohlenvarietäten ziehen läßt.

Zur Steinkohle zählen im Allgemeinen alle Kohlen der älteren Formationen von Silur bis einschließlich der Kreideformation, die mächtigsten Ablagerungen treffen wir jedoch in der Steinkohlenformation, welche von diesem Vorkommen den Namen erhalten hat. Geographisch ist die Steinkohle über die ganze Erde verbreitet, und jeder Continent besitzt in seinem Innern eine größere oder geringere Menge dieses wichtigen Fossils.

Am ausgedehntesten sind die Kohlenfelder der Vereinigten Staaten von Nordamerika, welche zusammen einen Flächenraum von 550.000 Qukm. bedecken. Davon entfallen auf das Illinois- und Missouribecken über 380.000 Qukm., das appalachische Kohlenfeld, in Ohio, Virginien und Pennsylvanien gelegen, bedeckt mehr als 160.000 Qukm., und der Rest vertheilt sich auf verschiedene relativ kleinere Kohlenvorkommen, unter denen das Michigan-Kohlenfeld mit einer Fläche von rund 18.000 Qukm. das bedeutendste ist.

Ungemein reich an Kohle ist auch Asien, dessen Kohlenfelder gegen 400.000 Qukm. bedecken, von denen jedoch vorläufig nur ein relativ geringer Theil der Ausbeutung unterzogen wird.

Amerika enthält wohl die räumlich ausgedehntesten Kohlenfelder, doch mit Rücksicht auf deren Mächtigkeit, sowie auf die Bauwürdigkeit wird es von England weit übertroffen; Englands Kohlenfelder bedecken eine Fläche von weit über 30.000 Qukm. Die größte Bedeutung besitzt wohl das Becken von Süd-Wales, welches circa 70 Kohlenflötze aufweist, von denen ungefähr 25 bauwürdig sind, und eine durchschnittliche Mächtigkeit von rund 30 Meter aufweisen.

Von großer Bedeutung sind ferner auch die Kohlenfelder Belgiens, deren Ausbeutung erst den gewaltigen Aufschwung von Industrie und Verkehr ermöglichte, dessen sich das räumlich beschränkte, dafür aber sehr dicht bevölkerte Land zu erfreuen hat.

Auch Deutschland und Oesterreich besitzen bekanntlich gewaltige Flötze von Steinkohle, und tausende fleißiger Hände sind jahraus, jahrein beschäftigt, die fossilen Brennstoffe zu fördern und all die zahlreichen großen und kleinen Verbrauchsstätten, bis herab zum häuslichen Herde, mit dem nützlichen Fossile zu versehen.

Es würde uns zu weit führen und den Rahmen dieses Buches bedeutend überschreiten, wollten wir uns in eine eingehende Schilderung aller Steinkohlenvorkommen der Erde einlassen. Diese gedrängte Angabe der geographischen Verbreitung der Steinkohle, die durchaus keinen Anspruch darauf erhebt, nur einigermaßen erschöpfend zu sein, möge vielmehr genügen, dafür Zeugniß abzulegen, daß die Kohle glücklicherweise zu den verbreitetsten Stoffen gehört. Allerdings sind, bei dem namhaften Verbrauche an Kohle, auch diese geradezu ungeheuer erscheinenden Ablagerungen durchaus nicht als unerschöpflich anzusehen, und wir werden noch Gelegenheit haben, uns mit der muthmaßlichen Dauer der Kohlenvorräthe der Erde zu befassen, eine Frage von ungeheuerer Tragweite, die begreiflicherweise schon vor längerer Zeit auch die Gelehrtenwelt zu beschäftigen begann.

Eine eingehende Schilderung aller Kohlenfelder, die Angaben über deren Mächtigkeit und Lage würden aber auch nur geringes Interesse bieten. Viel interessanter ist es dagegen, zu sehen, in welcher Weise diese mächtigen Ablagerungen zu Stande gekommen sind, wie die Kohlenfelder sich bildeten und wie sie ausgebeutet werden.

Es ist begreiflich, daß die geologische Forschung der Entstehung der Kohlenflötze bei der hohen Bedeutung, welche diese besitzen, besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat und eifrig bestrebt war, die Schleier zu lüften und genau die Verhältnisse darzulegen, unter welchen sich die Steinkohle bilden konnte. Dieses Streben hat auch zu einem schönen Ziele geführt. Wenn wir auch gestehen müssen, daß heute noch nicht alle Fragen eine durchaus befriedigende Lösung gefunden haben, so ist doch im Großen und Ganzen eine zutreffende Darstellung jener Verhältnisse möglich, welche die Bildung der Kohlenflötze bedingten. Einen großen Fortschritt machten wir in der richtigen Erkenntniß der Steinkohle erst, als das Mikro-

ein wichtiges Hilfsmittel des Geologen wurde und er mit dessen Hilfe in die kam, vergleichende Untersuchungen anzustellen.

So war ursprünglich vielfach die Anschauung vertreten, daß die Steinkohle mächtigen Anhäufungen von Landpflanzen ihre Entstehung verdanke, sondern



Fossiler Baumstamm in einem Kohlenflöz. Zu Seite 624.

sie aus großen Tang- und Algenmassen hervorgegangen sei, die sich am Grunde Meeres abgelagert haben und dort dem Carbonisirungsprocesse anheimfielen. ...n diese Anschauung sprachen wohl verschiedene Thatsachen, so daß sich im ...uctiven Steinkohlengebirge keine dem Meere entstammenden Thiere nachweisen ...n, daß die zwischen die Flötze eingeschobenen Schiefer nur Landpflanzen, aber

niemals Algen enthalten und endlich der Umstand, daß es nicht gelang, am Grunde des durch seine Massenproduction von Tangen bekannten Sargassomeeres Anhäufungen abgestorbener Tange oder in Bildung begriffene Steinkohlenflötze nachzuweisen.

Die besonders durch Gümbel entwickelte mikroskopische Beobachtung der Steinkohle ergab nun, daß diese ausschließlich aus verkohlten Resten von Landpflanzen besteht, welche allerdings erst nach einer ziemlich umständlichen Behandlung isolirt und dem Auge sichtbar gemacht werden können. Auf diese Weise gelang es, festzustellen, daß sich besonders baumartige Farne, Sigillarien, Lepidodendren und Calamiten an der Bildung der Steinkohle betheiligten, diese unterlagen in der schon früher geschilderten Weise der Zersetzung, wobei schließlich die Steinkohle hinterblieb. Die Lücken und Hohlräume zwischen den einzelnen Pflanzentrümmern sind durch humusartige Substanzen ausgefüllt, welche ebenfalls durch Zersetzung der Pflanzen bei ungenügendem Luft- beziehungsweise Sauerstoffzutritte entstanden. Erst wenn diese Stoffe durch Behandlung mit oxydirenden Agentien entfernt sind, vermag man unter dem Mikroskope die einzelnen Pflanzenelemente zu erkennen.

Als nun endlich mit Sicherheit dargethan war, daß die Kohle ausschließlich aus Landpflanzen entstanden ist, entbrannte ein neuer Streit über die Frage, ob die Pflanzen, welche jetzt die Steinkohle bilden, an Ort und Stelle dem Processe der Carbonisirung anheimfielen, oder ob sie vorher einen Transport durch fließendes Wasser erlitten und in großen Mengen an besonders günstig gelegenen Stellen zusammengeschwemmt wurden. Besonders die letztere Anschauung fand viele Anhänger und wurde lange Zeit mit großer Zähigkeit festgehalten und vertheidigt.

Doch auch dagegen sprachen viele und gewichtige Gründe. So ist es gewiß eine auffallende Erscheinung, daß in vielen Kohlenflötzen aufrechtstehende, aber ebenfalls verkohlte Stämme gefunden werden, die in der unter den Flötzen liegenden Schieferschicht wurzeln und daß solche Stämme nicht vereinzelt, sondern in großer Zahl und fast regelmäßiger Anordnung angetroffen werden. Man fand auch in den Hohlräumen solcher Stämme Landschnecken und andere Ueberreste einer längst ausgestorbenen Fauna, und endlich ist zu bedenken, daß durch bloße Anschwemmung der Stämme wohl nimmer Kohlenfelder von solch enormer Ausdehnung, gleichartiger Beschaffenheit und hoher Regelmäßigkeit hätten entstehen können, wie sie uns bekannt sind.

Es ist daher einzig und allein die Annahme gerechtfertigt, daß die Kohlenfelder aus den an Ort und Stelle gewachsenen Pflanzen entstanden, daß diese abstarben und langsam dem beginnenden Verkohlungsprocesse anheimfielen, während sich neben und aus ihnen schon wieder ein neues Geschlecht erhob. Dies währte tausende und wieder tausende von Jahren, während welcher Zeit die localen Verhältnisse wiederholt einen Wechsel erfuhren. Es entstanden Seen, deren durch Flußläufe zugeführter Schlamm und Gerölle sich auf den vorhandenen Pflanzenresten

ablagerte, der See floß ab, es entstand auf seinem Boden eine neue Vegetation und dies wiederholte sich oft und oft.

»Wir müssen uns die Kohlenfelder der Carbonzeit — sagt Neumayr — als weite flache Inlandsbecken vorstellen, welche im Laufe von Millionen von Jahren vielfachem Wechsel äußerer Bedingungen ausgesetzt waren. In manchen Zeiträumen waren sie Seen, denen durch Zuflüsse Thon, Sand, Gerölle und Pflanzentheile zugeführt wurden; es bildeten sich Schieferthone, Sandsteine, Conglomerate, oft mit reicher Beimengung organischer Substanzen und mit den wohlerhaltenen Versteinerungen von Landpflanzen. Später wurden die Zuflüsse spärlicher, oder das Becken wurde durch die Vertiefung seines Abflusses oder durch eine andere Ursache entwässert, es erwuchs auf seinem Boden eine Sumpfvegetation, deren absterbende Theile vertorften, es bildete sich ein Kohlenflötz. Späterhin entstand wieder ein See und so änderten sich die Verhältnisse immer fort, so daß in manchen Gegenden hunderte von Flötzen und Flötzchen mit Zwischenlagern von Schiefern und Sandsteinen wechseln . . . .«



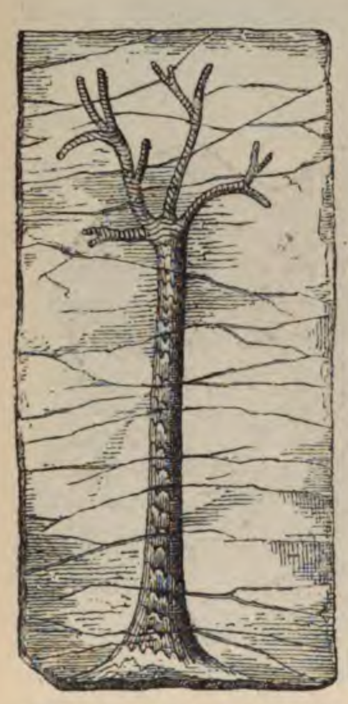
Sphenopteris Schlotheimi. Zu Seite 626.

Von gleichem Interesse, wie die Ergründung der Entstehung der Kohlenflötze war begreiflicherweise auch die Kenntniß jener Pflanzen, welche sich vornehmlich an der Bildung der Kohle betheiligten. Und in der That ist es auch gelungen, eine namhafte Anzahl von Pflanzenformen, die zur Zeit der Steinkohlenformation der Vegetation das eigenthümliche Gepräge verliehen, näher zu studiren, und zwar auf Grund jener zahlreichen Funde, die in den verschiedenen Steinkohlenrevieren gemacht wurden. Es muß jedoch ausdrücklich bemerkt werden, daß die Steinkohle selbst fast überhaupt keine Pflanzenabdrücke aufweist, dagegen sind die sie stets begleitenden Schieferthone überaus reich an solchen vegetabilischen Fossilien, und diese bilden ein ebenso interessantes, als lehrreiches Studium. Ja es gelang sogar aus diesen Funden wenigstens annähernd das Bild der höchst merkwürdigen Steinkohlenflora zu reconstruiren, die uns durch die Eigenthümlichkeit ihrer Formen ebenso fremd als merkwürdig anmuthet.

Im Allgemeinen trägt die Flora der Steinkohlenperiode das Gepräge einer tropischen Sumpf- und Morastvegetation, die vornehmlich auf die flachen Niederungen beschränkt war. Algen sind jedoch nur in ganz verschwindender Anzahl vertreten, eine weitaus größere, ja geradezu dominirende Rolle spielen dagegen die Gefäßpflanzen, deren Nachkommen wir in den Schachtelhalmen zu erblicken haben.

Letztere sind bekantlich krautartige Gewächse, welche sich auf feuchten Wiesen in großer Anzahl finden, sie besitzen gerade, einfach gegliederte Stämme mit deut-

Bei einer anderen, in allen Steinkohlen häufigen Gattung, Stigmaria, war die Rinde des Stammes in gleichmäßigen Intervallen mit kleinen grubenförmigen Vertiefungen versehen, und in jeder Grube erkennt man eine kreisrunde, in der Mitte von einem einfachen Gefäßbündel durchbohrte Blattnarbe. An den Narben saßen zarte, aller Wahrscheinlichkeit nach fleischige Blätter mit centralem Gefäßbündel und kurzen, knopfartigem Stielchen, welche bisweilen an ihrer Spitze ähnliche, aber kleinere und ebenfalls runde Nebenblättchen entwickelten. Der dicke, ganz niedere Stamm war kreisrund, erscheint aber durch den Druck, welchen er erlitt, gewöhnlich elliptisch; in der Mitte seines lockeren Zellgewebes besaß er eine Anzahl blos aus sogenannten Treppengängen bestehende, ringförmig gestellte Holzbündel, welche kleinere schief oder fast wagrecht abgehende Bündel für die einzelnen Blätter in constanten Zwischenräumen aussendeten. Lange, Anfangs steil aufgerichtete, später wagrechte, blattreiche, wenig verzweigte Aeste gingen strahlig nach allen Seiten vom Stammende aus und verliehen dem Gewächse ein höchst eigenthümliches, einer kolossalen Seeanemone nicht unähnliches Aussehen.


Lepidodendron Sternbergii. Zu Seite 628.

Den Bärlapparten ebenfalls verwandt sind große, bis zu 40 Meter Höhe erreichende Stämme, welche sich an der Spitze in Aeste theilen und einen ringförmigen, den Markkörper umschließenden Holzcylinder besitzen. Diese Stämme, welche man Lepidodendren oder Schuppenbäume nennt, sind auf ihrer Oberfläche mit rhombischen, lanzettförmigen oder hexagonalen Narben dicht bedeckt, welche sich spiralig um den Stamm ziehen und mit langen, linearen Blättern besetzt waren. Die gabelförmigen Zweige tragen an ihrem Ende große, cylindrische Fruchtähren.

Die nacktsamigen Blüthenpflanzen (Gymnospermen) werden in der Kohlenzeit besonders durch einige Gattungen vertreten, welche den Sagobäumen (Cycadeen) zwar nahe stehen, in vielen Beziehungen aber wieder von diesen abweichen. Die Cordaiten hatten lange parallel gestreifte Blätter, die mit der Blattscheide den Stamm umfaßten und eine steife Endkrone bildeten, die Samen waren groß und rund.

Einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Steinkohle nahmen auch die Coniferen, die sich jedoch von den Nadelhölzern der Jetztzeit hauptsächlich dadurch unterscheiden, daß den Zellen die eigenthümlichen Poren fehlen, wodurch sie sich mehr an die Araucarien und ähnliche verwandte Formen der tropischen Nadel-

hölzer anschließen, die aber auch noch durch ihre oft gigantischen Formen zu imponiren vermögen. Auch das Vorkommen von Palmen in der Steinkohlenperiode konnte nachgewiesen werden, doch gelang es bisher noch nicht, eigentliche Laubbäume mit verzweigten Aesten, überhaupt unserem herrlichen deutschen Laubwalde ähnliche Formen zu entdecken. Und da dies bis heute noch nicht gelungen ist, haben wir wohl allen Grund, mit Rücksicht auf die so sorgfältige Erforschung der Flora der Steinkohlenzeit anzunehmen, daß diese Formen zu jener Epoche noch nicht entwickelt waren.

Der Anblick einer Landschaft zur Zeit der Steinkohlenformation war also ein unserem Auge vollkommen befremdlicher, und wenn wir versuchen, aus den vorgefundenen Resten ein Bild zu construiren, so müssen wir zugeben, daß es sich durchaus nicht mit den Reizen der Waldungen der Jetztzeit zu messen vermag. Wohl war die Vegetation eine äußerst üppige, wohl erreichten einzelne Formen eine gewaltige Höhe, doch waren, wie wir oben sahen, Nadelhölzer die am höchsten organisirten Formen der Vegetation, und das grüne Blatt in seiner vielfachen Gestaltung und Form, das dem Walde erst das eigentliche Gepräge verleiht, fehlte noch vollständig. Auch besaßen die Gewächse jener Zeit noch nicht die prächtig entwickelte und ausgebreitete Krone, die Stämme strebten vielmehr gerade empor, und gabelten sich nur ein oder mehreremale in ziemlich beträchtlicher Höhe über dem Boden, so daß solch eine Landschaft — nach unseren Begriffen wenigstens — einen recht trostlosen und monotonen Eindruck gemacht haben muß. . . .

Wie Carl Vogt an der Hand der Berechnungen Elie de Beaumont's nachwies, kann aus einem fünfundzwanzig Jahre altem Stangengehölze eine Steinkohlenschicht von 2 Mm. Stärke entstehen. Zieht man nun die gewaltige Mächtigkeit der uns bekannten Kohlenflötze in Betracht, so ergiebt sich daraus, daß geradezu unfaßbare Mengen von Vegetabilien — eben der schon erwähnten Calamiten, Sigillarien, Lepidodendren :c. — nöthig waren, um die Bildung der Kohlenbecken zu ermöglichen. Und dieser Umstand hat zu vielen und manchmal geradezu gewagten Speculationen geführt, hat die Aufstellung von Theorien und Hypothesen gezeitigt, die darthun sollten, daß zur Zeit der Steinkohlenformation auf der Erde ein von unserem gänzlich verschiedenes Klima geherrscht haben müsse, welches die Entwickelung der Vegetation in einer ganz ungeheuren Weise begünstigte.

So nahm man an, daß die durchschnittliche Temperatur der Atmosphäre eine bedeutend höhere war, hervorgerufen durch die noch weitaus kräftigere Wärmeabgabe der Mutter Erde; man sagte ferner, daß der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure ein wesentlich größerer gewesen sein müsse, als heute, und daß dieser Kohlenstoff von den grünen Gewächsen aufgenommen, fixirt und in der Steinkohle deponirt wurde. Alle diese Annahmen erwiesen sich jedoch bei näherer Betrachtung als unhaltbar.

Zunächst muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß sich Kohlenablagerungen wohl auf allen Continenten, aber doch nur in der gemäßigten Zone

vorfinden, und daß in einer Ausdehnung von etwa 30 Breitegraden dies- und jenseits des Aequators überhaupt noch keine Steinkohle aufgefunden wurde. Andererseits ist aber auch kein zwingender Grund vorhanden, anzunehmen, daß die Baumfarne, die wir heute allerdings und zum größten Theile in den Tropen antreffen, damals nicht vorwiegend in der gemäßigten Zone ihre Heimatstätte hatten, und erst nach und nach auf ihre derzeitige Heimat beschränkt wurden. Ueberhaupt stimmen alle kritischen Beobachtungen darin überein, daß das Klima der Steinkohlenperiode wohl sehr gleichmäßig war, weshalb die gleiche Vegetation sich über große Strecken ausdehnen konnte, daß es aber durchaus nicht den Charakter der Tropen besaß.

Auch die Annahme einer sehr kohlensäurereichen Atmosphäre in der Steinkohlenperiode hat sich nicht als haltbar erwiesen. Den Anstoß zu dieser Hypothese ergab eine Betrachtung über die thatsächlich ungeheueren Mengen Kohlenstoff, welche in den Kohlenablagerungen deponirt sind. Dabei hat man aber zunächst ganz übersehen, und sich durch die gewissermaßen concentrirte Form des Kohlenstoffes in der Steinkohle verleiten lassen, daß in einzelnen Gesteinen, welche in weit größerer Menge als die Kohle auf Erden verbreitet sind, weitaus bedeutendere Mengen Kohlenstoff enthalten sind. Dies ist beispielsweise bei dem Kalkstein, der fast aus reinem kohlensaurem Kalk besteht, und bei den Dolomiten der Fall, welche eine Doppelverbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia sind. Gegenüber den Mengen Kohlenstoff, welche in diesen Gesteinen fixirt sind, ist der Kohlenstoffgehalt der Steinkohle nur ein relativ geringer.

Wenn wir aber andererseits annehmen, daß die gesammten uns bekannten Kohlenvorkommen aus gleichzeitig in der Luft vorhandener Kohlensäure durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen entstanden sind, wenn wir uns mit anderen Worten den gesammten in Form von Kohle in der Erde vorhandenen Kohlenstoff auf einmal wieder der Atmosphäre zurückgegeben denken, so kommen wir dadurch nur zu anderen Ungeheuerlichkeiten. Denn dann wäre das Luftmeer in solcher Weise mit Kohlensäure überladen, daß die Existenz thierischen Lebens, welches ja in der Steinkohlenzeit außer allem Zweifel steht, einfach unmöglich gewesen wäre, es hätte aber auch keine Ablagerung kalkhaltiger Gesteine stattfinden können, denn kohlensaurer Kalk ist in kohlensäurehaltigem Wasser löslich.

Wir werden also zu dem Schlusse gedrängt, daß die klimatischen Verhältnisse während der Steinkohlenperiode, wie auch überhaupt der Zustand der Atmosphäre zu jener Zeit, zum Mindesten den heute bestehenden Verhältnissen ganz ähnlich gewesen sein müssen; es herrschte ein gemäßigtes Klima, und auch der Kohlensäuregehalt des Luftmeeres war nicht größer, als es thierisches Leben vertrug. Fragen wir uns aber, woher dann jene gewaltigen Kohlenstoffmengen stammen, die wir uns heute in den fossilen Brennstoffen nutzbar machen, so können wir darauf nur antworten: aus der Atmosphäre, wir dürfen aber nicht vergessen, und müssen uns überhaupt immer vor Augen halten, daß die Dauer einer geo-



Ideale Landschaft aus der Steinkohlenperiode.

THE N
PUBL
ASTOR
TILDEN

ogischen Epoche, wie beispielsweise der Steinkohlenzeit, nicht mit unserem üblichen Zeitmaße zu messen ist. Wenn auch, wie wir oben anführten, aus einem fünfundzwanzigjährigem Walde nur eine 2 Mm. starke Kohlenschicht entstehen kann, und wir doch Flötze mit 30 und mehr Meter Mächtigkeit kennen, so sagt dies ja durchaus nicht, daß ihre Bildung binnen kurzer Zeit erfolgt sein muß. Millionen Jahre mögen dazu nöthig gewesen sein, und während dieser Zeit haben die Pflanzen aus dem Luftmeere Kohlensäure geschöpft. Daß trotzdem der natürliche Vorrath nicht aufgezehrt wurde, liegt eben darin, daß die belebte Natur nicht mit einem gegebenen Kohlenstoffquantum zu arbeiten gezwungen ist, sondern daß vielmehr stets eine regelmäßige Zufuhr aus dem Erdinnern stattfindet. Alle Vulcane, zahlreiche Quellen, Moffetten und Fumarolen hauchen Kohlensäure aus, und wenn auch durch gewisse Processe, wie sie sich eben auch in der Kohlenformation und noch heute in den Torfmooren abspielen, und deren Verlauf wir schon geschildert haben, Kohlenstoff fixirt wird, so findet dementsprechend stets ein ausreichender Ersatz statt, der verhindert, daß ein Mangel an diesem wahren Lebenselexir eintritt, als welches wir den Kohlenstoff ansehen müssen. Nur ein relativ geringer Theil desselben ist im ewigen Kreislaufe begriffen, ein weitaus größerer wird dagegen dauernd durch Bildung kohlensäurehaltiger Mineralien dem Kreislaufe entzogen, aber der Bestand an Kohlensäure im Luftmeere wird einerseits durch den erwähnten Kreislauf, andererseits durch die Kohlensäureexhalationen aus dem Erdinnern dauernd auf gleicher Höhe erhalten.

Eine andere Frage ist es allerdings, wie lange dieser Ersatz an Kohlensäure aus dem Erdinnern währen wird, und ob nicht doch einmal in Aeonen von Jahren der Augenblick kommt, in welchem aller Kohlenstoff gebunden sein wird und keine weitere Zufuhr mehr stattfindet. Dadurch wäre dann aber auch das Ende alles organischen Lebens bedingt. . . .

Die Zusammensetzung, und somit auch die allgemeinen Eigenschaften der Steinkohle sind durchaus nicht immer die gleichen, und damit steht die größere oder geringere Eignung einer Kohle für verschiedene Zwecke im engsten Zusammenhange. Im Allgemeinen unterscheidet man folgende Kohlenarten:

Die Glanzkohle besitzt lebhaften Glasglanz, ist meist sehr hart, läßt sich jedoch senkrecht zur Schichtfläche ausgezeichnet spalten. Der Kohlenstoffgehalt beträgt selten unter 80 Procent; jene Arten aber, welche den Anthraciten sich nähern, enthalten manchmal bis zu 98 Procent Kohlenstoff.

Die Mattkohle kommt niemals für sich allein, sondern stets in Wechsellagen mit Glanzkohle vor. Sie ist härter und minder spröde als diese, wenig glänzend, grauschwarz und nicht spaltbar. Auch hinterläßt sie mehr Asche als die Glanzkohle.

Die Cannelkohle besitzt eine graue, oft aber auch mattschwarze Farbe, und kommt häufig nur in Form von Schnüren in Glanz- und Mattkohle, mitunter aber auch in mächtigen Lagen vor. Von der Glanz- und Mattkohle unterscheidet sie sich hauptsächlich durch den geringen Gehalt an Sauerstoff und dem höheren

Gehalte an Wasserstoff, letzterer ist auch die Ursache, daß diese Kohle sehr leicht Feuer fängt. Dann brennt sie mit lebhafter Flamme, weshalb sie auch den Namen cannel- oder candle-coal, »Kerzenkohle«, erhalten hat.

Mit dem Namen faseriger Anthracit, mineralische Holzkohle oder Faserkohle wird eine faserige, oft sehr lockere Kohlenvarietät bezeichnet, die gewöhnlich nur kleine Lager bildet. Außer durch das noch deutliche Vorhandensein der Pflanzenstructur zeichnet sich diese Kohle auch durch das häufige Vorkommen bestimmter Pflanzenüberreste, besonders von Stengelfragmenten von Calamarien aus.

Die Brandschiefer endlich sind als mit Kohlensubstanz imprägnirte Thonschiefer aufzufassen, sie hinterlassen daher eine relativ große Aschenmenge, geben aber auch eine im Verhältniß größere Menge flüchtiger Stoffe beim Glühen ab als andere Kohlenvarietäten.

Ein eigenthümliches bituminöses Fossil ist die schottische Boghead- oder Torbanehillkohle, welche ein Flötz von 47—55 Cm. Mächtigkeit bildet. Die eigenthümlichen Eigenschaften dieser Substanz, über deren Ursprung die Ansichten der Geologen und Chemiker sehr getheilt sind, erregten seinerzeit in England und später auch in Deutschland bedeutendes Interesse, und gaben zu großen und langwierigen Streitigkeiten Anlaß, über deren Ursachen Stohmann Folgendes berichtet:

»Im Anfange des Jahres 1850 wurde ein Pachtcontract zwischen den Eigenthümern der Besitzung Torbanehill bei Bathgate, Linlithgowshire, und dem Herrn Russel in Falkirk abgeschlossen, welcher letzterem gegen eine bestimmte Pachtsumme das Recht verlieh, während eines Zeitraumes von 25 Jahren die in dem Boden ruhenden Kohlen, Eisenerze, Kalksteine und Thone auszubeuten; die Pachtung erstreckte sich aber nicht auf Kupfererze oder irgend ein anderes Mineral außer den angeführten. Herr Russel hatte bei seinen Schürfversuchen große Lager der Torbanehillkohle gefunden, welche von Dr. Penny im Jahre 1849 als vorzüglich geeignet für die Gasfabrikation bezeichnet worden war. Zu diesem Zwecke wurde sie ausgebeutet und verkauft und gewährte bedeutenden Gewinn. Unter diesen Umständen machte der Eigenthümer eine Klage gegen den Herrn Russel anhängig und forderte einen Schadenersatz von 10.000 Pfund Sterling unter dem Vorwande, die fragliche Substanz sei durchaus keine Kohle und auch keines von den ihm contractlich zukommenden Mineralien. Der Proceß wurde im Juli und August 1853 in Edinburg verhandelt und erregte bedeutendes Aufsehen, theils durch die eigenthümliche wissenschaftliche Streitfrage, theils durch die große Anzahl Sachkundiger, welche sich gegenüber standen. Professor Ansted wußte der Substanz keinen Namen zu geben; Professor Brande erklärte sie für ein neues eigenthümliches Mineral; Professor Chapman behauptete, sie sei ein bituminöser Schiefer; Hugh-Miller sagte, sie sei der brennbarste Schiefer, welcher ihm je vorgekommen; Professor Anderson widersprach diesem entschieden, ohne aber eine bestimmte Meinung zu äußern; Dr. Wilson nannte sie einen mit bituminöser Sub-

anz imprägnirten Thon; diesem schloß sich Milne an. Auf der anderen Seite
klärten die Herren Graham, Stenhouse, Hofmann, Frankland, Penny, Flemming
nd andere Autoritäten sie unzweifelhaft als eine Kohle. Die einzige wesentliche
Meinungsdifferenz scheint aus der mikroskopischen Beobachtung hervorgegangen zu
in, denn die Chemiker und Geologen stimmten hinsichtlich der Bestandtheile der
ubstanz überein, sie konnten sich nur nicht über den Namen einigen, je nach
ren Ansichten über die Constitution der Kohle. Für den Verklagten sprachen vier
übte Botaniker, welche mittelst des Mikroskopes die deutlichste organische Structur
it Pflanzenzellen und Gefäßen entdeckt hatten, während die Zeugen des Klägers
ese nicht finden konnten; letztere gaben indessen selbst zu, daß sie keine Botaniker
ien. Auf Grund dieser verschiedenen Aussagen entschied sich die Jury zu Gunsten
s Verklagten.

Kaum war dieser Proceß in Edinburg beendet, so entspann sich in Frank-
rt am Main der nämliche Streit von Neuem. Dort bestanden zwei Gasgesell-
haften, von denen die eine berechtigt war, Gas aus Steinkohlen, die andere
as aus Harzen und bituminösen Substanzen zu fabriciren. Beide Gesellschaften
klärten je nach ihrem Standpunkte das Torbanehillmineral für eine Kohle oder
r einen Schiefer und jede erhob alleinigen Anspruch auf dessen Verwendung.
azu kam noch, daß nach den damals geltenden Zollvereinsgesetzen die zur Leucht-
sfabrikation benützten ausländischen Kohlen Zoll zahlen mußten, während bitu-
inöse Substanzen zollfrei eingingen. Der Streit wurde der Zollvereinsdirection
Berlin zur Entscheidung vorgelegt, und diese berief eine Commission der bedeu-
ndsten Gelehrten zur Untersuchung des Minerales. Diese Commission erklärte
un, es sei keine Kohle, sondern eine bituminöse Substanz. . . .«

Die besprochenen Kohlenarten bilden zwar den Hauptbestandtheil der Flötze,
ben ihnen kommt aber stets auch eine Reihe von Mineralien vor, die theils
lbst einen Werth besitzen, und daher, soferne sie in abbauwürdiger Menge auf-
eten, gewonnen werden, theils indifferent sind, theils aber auch schädlich sein
nd die Kohle verschlechtern können.

Zu den werthvollen Vorkommen gehört in erster Linie der Sphärosiderit,
elcher aus kohlensaurem Eisenoxydul besteht. Er tritt entweder mit Thon gemengt
dem die Kohle begleitenden Schieferthone eingelagert auf, theils aber auch im
nigen Gemenge mit Kohle, und bildet dann den schon an einer früheren Stelle
sprochenen Kohleneisenstein, das Blackband. Auch plastische Thone werden in
nzelnen Gruben Englands gefördert, ja es bestehen dort sogar zahlreiche Schächte,
elche sowohl das Eisenerz und das Brennmateriale, als auch den zum Baue der
ochöfen nöthigen plastischen Thon nebeneinander fördern, so daß an einer und
rselben Stelle die Erde ihren Kindern die beiden wichtigsten Stoffe gleichzeitig
etet: das Eisen und die Kohle.

Unter die gleichzeitig mit der Kohle auftretenden indifferenten Substanzen
nd Sandsteine und Schiefer zu zählen, welche das Hangende und Liegende bilden.

Ein höchst unliebsamer Begleiter der Kohle ist aber häufig der Schwefelkies, besonders dann, wenn er in größerer Menge auftritt. Er bildet entweder goldglänzende Ueberzüge, oder aber er kommt in Form von hellgelben Einschlüssen vor, nur sehr selten tritt er in zusammenhängenden, aber sehr dünnen Schichten auf. Der Schwefelkies ist aus verschiedenen Gründen nicht erwünscht. Zunächst ist eine schwefelkiesreiche Kohle zu metallurgischen Zwecken ungeeignet, denn dann entsteht bei der Verbrennung schweflige Säure. Wird solche Kohle zur Heizung von Dampfkesseln verwendet, so greift die schweflige Säure nicht allein die Kesselwandungen sehr stark an, sondern sie macht sich auch durch übelriechende Verbrennungsproducte (»Schwefelgeruch«) bemerkbar. In Berührung mit Luft und bei Gegenwart von Feuchtigkeit erleidet der Schwefelkies aber auch eine Veränderung, er geht in schwefelsaures Eisen über. Dieser Proceß ist einerseits mit einer Volumsvermehrung verbunden, wodurch die Kohle zerfällt und zerbröckelt, andererseits wird dabei aber auch eine bedeutende Wärmemenge frei, welche unter Umständen die Selbstentzündung der Kohle herbeiführen kann. Dort, wo Schwefelkies in reichlicherer Menge in einer Kohle vorkommt, muß er deshalb so sorgfältig als möglich entfernt werden; sind die dann gewonnenen Mengen ansehnlich, so kann der Schwefelkies zur Gewinnung von Schwefelsäure Verwendung finden.



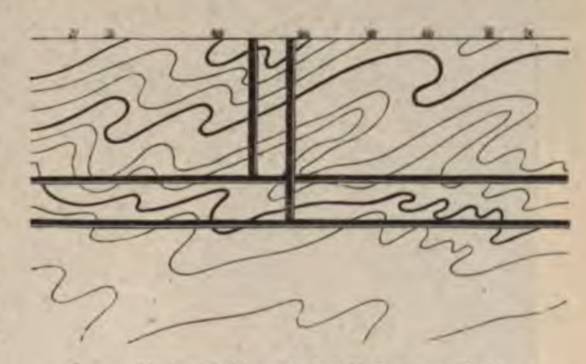
Querprofil einer belgischen Kohlengrube. (Nach Demanet.)
Zu Seite 634.

Die Mächtigkeit der Kohlenflötze ist sehr großen Schwankungen unterworfen. Von ganz dünnen Platten beginnend, steigert sie sich bis zu 30 Meter und darüber. Häufig liegen die einzelnen Flötze in mehrfachen Lagen, getrennt durch Schieferthone und Sandsteine, übereinander; so hat man bei Aachen bis zu 40, in England (Lancashire) bis zu 120 Flötze übereinander gelagert gefunden.

Aus der Entstehung der Kohlenflötze geht hervor, daß diese ursprünglich ganz eben gelagert gewesen sein müssen; diese regelmäßige Lagerung hat sich jedoch nur an wenigen Punkten der Erde ungestört erhalten. Spätere Umwälzungen, besonders die Gebirgsbildung, haben die regelmäßige Ablagerung der Flötze unterbrochen, es entstanden Verwerfungen und Brüche, die ursprünglich parallelen Flötzplatten wurden verschieden geknickt und gefaltet, so daß der Durchschnitt durch ein Kohlenflötz oft die abenteuerlichsten gewundenen und im Zickzack führenden Linien aufweist. Für die Gewinnung der Kohle sind diese Veränderungen begreiflicherweise von der größten Bedeutung, gerade so wie die Mächtigkeit, denn erst

einer Mächtigkeit von 40—60 Cm. beginnt ein Flötz bauwürdig zu werden. e Abbauarten, welche zur Gewinnung der Kohle Anwendung finden, richten sich nz nach der localen Beschaffenheit des Flötzes. Erst bis dieses genau erforscht d bekannt ist, kann die Anwendung einer bestimmten Abbaumethode beschlossen rden. Es sind aber, entsprechend dem so überaus verschiedenen Vorkommen der einkohle so vielerlei Abweichungen und Modificationen denkbar, daß es uns zu it führen würde, auch nur eine Uebersicht über die am häufigsten angewendeten bauarten zu geben. Die Principien haben wir übrigens schon an früherer Stelle prochen, es mag deshalb auf das dort Gesagte nochmals verwiesen werden.

Jedoch wollen wir nicht unterlassen, auf den großen Unterschied zwischen n Betriebe eines Erzbergwerkes und einer Kohlengrube aufmerksam zu machen. ährend im ersteren Falle der Bergbau mehr oder minder in einem planmäßigen ichen der erzführenden Gänge teht, und es daher in der gel schwer ist, einen bestimmten an des Abbaues auszuarbeiten d diesen in der Folge strenge ezuhalten, liegen die Ver- tnisse beim Kohlenbergbau adezu umgekehrt. Hier wird sobald die Mächtigkeit und Streichrichtung des abzu- uenden Flötzes ermittelt wurde ein Plan entworfen, nach lchem dann der Abbau vorge- mmen wird. Wohl können nicht vermuthete Verwerfungen, Auskeilungen u. s. w. ch hier Störungen hervorrufen und ein Abgehen von dem ursprünglichen Plane thig machen, doch ergiebt sich dann gewöhnlich eine neue Regel, eine neue Gesetz- äßigkeit, der Rechnung getragen werden kann. Der Kohlenbergbau besitzt also n großen Vortheil, daß im Allgemeinen ein viel planmäßigeres Vorgehen möglich , das eben in der gewöhnlich regelmäßigen und gesetzmäßigen Anordnung der ötze seine Begründung findet.


Querprofil einer Kohlengrube des Beckens von Charleroi. (Nach Demanet.) Zu Seite 634.

Bei der enormen Bedeutung, welche der Kohlenbergbau erlangt hat, ist es ch begreiflich, daß wir gerade bei diesem Zweige des Bergbaues die gewaltigsten ischinellen Anlagen finden. Ja die meisten Fortschritte, welche die technischen lfsmittel des Bergbaues in diesem Jahrhunderte zu verzeichnen haben, gingen s dem Betriebe der Kohlengruben hervor, so daß mit dem Zeitpunkte, in welchem Kohlenbergbau anfing, seinen heutigen Dimensionen zuzustreben, überhaupt eine te Epoche für den Bergbau, die Morgenröthe einer besseren Zeit zu tagen begann. . . .

Die Hereingewinnung der Kohle erfolgt entweder durch Handarbeit (»Schrämen« d »Schlitzen«) oder aber durch Schießarbeit. Letztere Gewinnungsart ist jedoch

nur in schlagwettersicheren Gruben zulässig. Man war daher bestrebt, Maschinen zu construiren, welche die Handarbeit ersetzen und die Gewinnung der Kohle auf eine gefahrlose und gleichzeitig billige Weise ermöglichen sollen.

Das Schrämen besteht darin, daß mit Hilfe geeigneter Werkzeuge, die je nach der milderen oder festeren Beschaffenheit des zu bewältigenden Materiales eine verschiedene Form besitzen, parallel zur Lagerung des Flötzes, und zwar wenn möglich im Schieferthone oder doch in einer milden Lage des Flötzes, ein schmaler Streifen bis zu 1 Meter Tiefe herausgearbeitet wird. Wenn erforderlich, wird

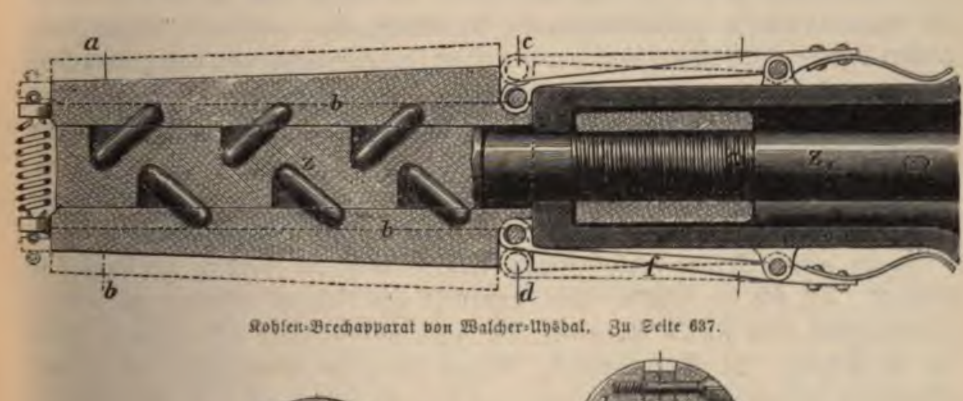


Abbau in einer Kohlengrube. Zu Seite 636.

die Kohle dann auch noch senkrecht auf den Schram geschlitzt und nun mit Hilfe von Keilen oder durch Sprengarbeit hereingetrieben. Wie erwähnt, wurden zahlreiche Maschinen construirt, welche das Schrämen durch Handarbeit ersetzen sollen. Wenn durch ihre Anwendung auch keine wesentliche Verbilligung der Gewinnungsarbeit erzielt wird, so bringen sie doch den bedeutenden Vortheil, daß ein großer Stückkohlenfall erzielt wird und selbst größere Bänke ohne Schießarbeit hereingewonnen werden können. Ein nicht zu unterschätzender Vortheil ist ferner darin gelegen, daß auch die sonst leider sehr zahlreichen Verunglückungen durch Stein- und Kohlenabfall wesentlich eingeschränkt werden. Neben diesen Schrämmaschinen finden auch noch andere Vorrichtungen, besondere Hereintreibemaschinen, Anwendung.

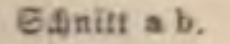
welche auf der Wirkung eines durch Maschinenkraft vorwärts getriebenen Keiles oder der hydraulischen Presse beruhen.

Eine in diese Kategorie gehörende Vorrichtung ist der Kohlenbrechapparat von Walcher-Uysdal. Dieser Apparat, dessen Erfindung durch ein Ehrenhonorar von 200 Ducaten ausgezeichnet wurde, besteht aus dem eigentlichen Kohlenbrecher, welcher in das Bohrloch eingeführt wird, und einer hydraulischen Pumpe; in der untenstehenden Abbildung ist der erstere Theil im Durchschnitte dargestellt, der zweite dagegen nur angedeutet.



Kohlen-Brechapparat von Walcher-Uysdal. Zu Seite 637.




Schnitt a b.



Schnitt c d.

Der eigentliche Kohlenbrecher besteht aus drei Haupttheilen, den beiden äußeren Backen bb und dem quadratischen Mittelstücke z. Zwischen diesem und den beiden Backen bb sind unter einem Winkel von 45° sechs harte, aus Gußstahl verfertigte Stelzen von cylindrischem, an beiden Enden kugelförmigem Querschnitte eingebettet. Der Zweck der Charniere cd und der Federn f ist aus der Abbildung ersichtlich. Wird die Pumpe in Thätigkeit versetzt, so bewegt sich die Kolbenstange nach rechts und zieht das Sprengstück z ebenfalls nach dieser Richtung. Dadurch stellen sich die Stelzen in ihren Lagern nahezu senkrecht auf und pressen die Backen bb an die Bohrlochwandungen, wie dies die punktirten Linien in der Abbildung andeuten.

Vor der Anwendung dieses Kohlensprengapparates wird ein Bohrloch von 127 Mm. Durchmesser und 1000 Mm. Tiefe mittelst einer geeigneten Bohrmaschine hergestellt. Mit dem Walcher'schen Apparate wurden in der Praxis recht

befriedigende Erfolge erzielt, bedauerlich ist nur, daß diese und alle ähnlichen Vorrichtungen ein relativ hohes Anlagecapital erfordern.

Man war aber nicht nur bestrebt, Hilfsmittel zu ersinnen, deren Anwendung den Gebrauch der Sprengstoffe, welche in den allermeisten Fällen die Ursache der Entzündung »schlagender Wetter« sind, überflüssig macht, man hat in richtiger Erkenntniß der großen Bedeutung der Sprengstoffe für den Bergbau auch dahin gestrebt, die Anwendung derselben ungefährlich zu machen. Dies läßt sich auf verschiedene Weise erreichen.

Eine große Gefahr bei Ausführung der Schießarbeit in schlagwetterführenden Gruben bildet schon die Entzündung der Schüsse. Hier muß mit offenem Feuer hantirt werden, die Zündschnüre brennen unter Funkensprühen ab, und beides kann Anlaß zur Entzündung eventuell vorhandener Schlagwetter oder von Kohlenstaub geben. Man strebte daher danach, einen gefahrlosen Ersatz für die üblichen Zündschnüre zu finden und wendete an deren Stelle Frictionszündungen an. Bei den Frictionszündern liegt ein am Ende umgebogener und mit Einkerbungen versehener Draht in der Zündmasse. Wird dieser Draht mit Hilfe einer daran befestigten langen Schnur rasch herausgerissen, so wird der Zündsatz zur Explosion gebracht. Da sich der Zünder aber unterhalb des Besatzes befindet, wird keine Feuerwirkung nach Außen bemerkbar, die Zündung überträgt sich vielmehr direct auf die Ladung. Die Frictionszünder besitzen jedoch den Uebelstand, daß sie nur allzuhäufig versagen, auch ist es nicht gut möglich, mit Hilfe dieser Vorrichtung mehrere Sprengschüsse gleichzeitig abzuthun, was, wie wir schon bei Besprechung der Sprengarbeit darlegten, wesentlich zur kräftigen Wirkung der einzelnen Schüsse beiträgt. Beiden Forderungen, nämlich die Schüsse gefahrlos und gleichzeitig abzuthun, trägt aber die Anwendung der Zündung mittelst Elektricität vollkommen Rechnung, auch deren Wesen haben wir schon kennen gelernt.

Wenn aber auch die Zündung selbst dann nicht mehr gefährlich werden kann, so kann dies doch immer noch der Schuß selbst. Besonders sogenannte »Ausreißer« können, selbst bei ganz tadellos bewirkter Zündung, die stets über dem Haupt jedes Kohlenarbeiters schwebende Gefahr auslösen. »Ausreißer« kommen dadurch zu Stande, daß sich das Gestein oder die Kohle schon abzulösen beginnt, ehe noch der ganze Besatz verbrannt ist, der Rest desselben verbrennt dann mit offener Flamme, und kann sowohl schlagende Wetter als auch Kohlenstaub zur Explosion bringen. Man empfahl daher, nur sehr brisante Explosivstoffe anzuwenden, welche sehr rasch abbrennen, und von denen daher anzunehmen ist, daß sie schon verbrannt sind, ehe das Gestein sich loslösen kann. Doch ist die Anwendung solcher Explosivstoffe ihrer ungemein raschen und geradezu überkräftigen Wirkung wegen auch mit verschiedenen Nachtheilen verknüpft, man hat daher andere Maßnahmen ergriffen.

Eine solche, von der man sich ganz besondere Vortheile versprach, ist die Anwendung des sogenannten Wasserbesatzes. Dabei wird der über der Sprengladung verbleibende Hohlraum zum Theile mit Wasser ausgefüllt, welches aller-

dings die Entzündung schlagender Wetter verhindert und auch sonst die gleichen Dienste leistet, wie der gewöhnliche Besatz mit Sand oder Letten. Dagegen wird die Herrichtung der Schüsse wesentlich umständlicher.

Man verlegte daher das Wasser gewissermaßen in den Sprengstoff selbst, indem man die Dynamite mit Salzen mengt, welche einen bedeutenden Gehalt an Krystallwasser besitzen. Solche Salze sind Soda und schwefelsaures Natrium. Brennen diese »Wetterdynamite« ab, so verdampft das Krystallwasser und wirkt dann in gleicher Weise, wie der Wasserbesatz. Ein Uebelstand aller dieser Wetterdynamite besteht jedoch darin, daß durch den Sodazusatz, beziehungsweise durch den Gehalt der Soda an Krystallwasser, welches verdampft werden muß, die Sprengwirkung eine Verminderung erfährt.

Nicht unerwähnt mag es ferner bleiben, daß alle Explosivstoffe, deren Entzündungstemperatur unter 2200° liegt, wie Mallard und Le Chatelier fanden, schlagende Wetter nicht zu zünden vermögen. Zu diesen Explosivstoffen gehören alle jene, welche salpetersaures Ammon in größerer Menge enthalten, wie Roburit, Bellit, Ammon-Gelatine und andere.

Diese Fortschritte auf dem Gebiete der Sprengstoffe geben ein deutliches Zeugniß dafür, wie man fortwährend bemüht ist, den Betrieb der Kohlengruben minder gefährlich zu gestalten und die Zahl der Opfer zu verringern, welche die Gewinnung der Kohle alljährlich fordert. So sehr des Menschen Geist aber auch bestrebt ist, die den Kohlenhäuer umgebenden Gefahren nach Möglichkeit einzuschränken, so viele und erfreuliche Fortschritte wir auch zu verzeichnen haben — leider fordert der Kohlenbergbau alljährlich noch eine traurige Reihe von Opfern, und eine ansehnliche Ernte ist es, die der Tod in den Kohlengruben hält. Ja es hat fast den Anschein, als würden die Katastrophen, welche die schlagenden Wetter und die Kohlenstaubexplosionen hervorrufen, keine Verminderung, sondern eher eine Steigerung erfahren. Dies ist nun allerdings richtig, hängt aber damit zusammen, daß der Kohlenbergbau stets größere Dimensionen annimmt, daß eine immer größer werdende Anzahl von Arbeitern in den Kohlengruben beschäftigt wird, und daß daher auch die Wahrscheinlichkeit einer Katastrophe zunimmt. Dagegen müssen wir gleich constatiren, daß die Zahl der Opfer, welche die schlagenden Wetter fordern, bezogen auf die geförderte Kohlenmenge, im Zurückgehen begriffen ist, und dies ist einzig und allein den verbesserten Hilfsmitteln zuzuschreiben. Aber noch immer büßen durch schlagende Wetter jährlich drei bis vier pro Mille aller Bergleute ihr Leben ein, und auf je eine Million Tonnen geförderter Steinkohle entfällt das Leben zweier Bergleute!

Angesichts dieser höchst betrübenden Verhältnisse ist es wohl angezeigt, wenn wir uns etwas eingehender mit den schlagenden Wettern, diesem Gespenst der Kohlengruben, befassen, und wenn wir auch die Mittel besprechen, welche heute zu ihrer Verhinderung zu Gebote stehen.

Die schlagenden Wetter sind der Schrecken des Bergmannes. Trotzdem die Regierungen der bergbautreibenden Culturvölker ihnen die größte Beachtung zuwenden und besondere Schlagwettercommissionen zu ihrem Studium eingesetzt haben, trotzdem das Gesetz die Resultate dieser Arbeiten zum Schutze der Bergleute und Bergwerke in die Praxis überträgt und die Privatindustrie bemüht ist, den Explosionen der schlagenden Wetter nach Möglichkeit vorzubeugen, ertönt jährlich ein oder mehreremale die Kunde von einem schweren Grubenunglück, bei dem eine große Zahl von Bergleuten durch die Explosion der schlagenden Wetter das Leben verloren hat.

Man kann diese Explosionen an Größe des Unglücks mit den Zusammenstößen unserer modernen Schiffskolosse vergleichen: Schiff wie Bergwerk werden in jedem Falle ein Massengrab. Die Aehnlichkeit liegt auch in der tückischen Plötzlichkeit des Hereinbruchs der Katastrophe. Wie der Seemann und der Schiffspassagier nicht ahnen, daß sich in der nächsten Minute ein fremdes Fahrzeug in das Schiff, dem sie ihr Leben anvertraut haben, hineinbohrt, so wird auch der ahnungslose Bergmann vom Verderben überrascht. Er sieht sich plötzlich im unterirdischen Gange mit furchtbarer Gewalt zur Seite geworfen und von einem Feuermeer umflammt. Wenn er nicht vom Stoß oder von den auf ihn geschleuderten Fels- und Holzstücken zermalmt oder von den Flammen verbrannt ist, erwartet ihn der Erstickungstod in den der Explosion folgenden Gasen, im sogenannten Nachschwaden.

Ist der Beruf des Bergmannes irgendwo gefahrvoll, so ist er es unter solchen Umständen, und er ist es umsomehr, weil der Einzelne sein Leben nicht mehr allein in seiner Gewalt hat. Ganz abgesehen von Gefahren, die außerhalb des Machtbereiches der Bergleute liegen, ruht in der Hand eines Jeden von ihnen, die in Berkwerke mit schlagenden Wettern eingefahren sind, das Leben Aller. Die Unvorsichtigkeit, die Ungeschicklichkeit und der Leichtsinn eines Einzigen kann Alle ins Verderben reißen. Nur Einer braucht in einem unbedachten Augenblick die Sicherheitsvorschriften nicht zu beherzigen, und die Schlagwetter bereiten ihm und seinen Kameraden den Tod und schaffen Witwen und Waisen. Nicht nur Der, der an Ort und Stelle die zerfetzten und verbrannten Menschenleiber und die Verwüstungen der Schlagwetterexplosionen gesehen hat, sondern wohl Jeder fragt erschüttert: »Giebt es denn keine Mittel, die schlagenden Wetter zu beseitigen?« Und die Bergtechnik muß sagen: »Keine!« Wo sie vorhanden sind, da sind sie so wenig zu beseitigen, wie Rauch und Flammen beim Feuer. Das Einzige, was die Technik vermag, ist, ihrer zu großen Ansammlung und ihrer Entzündung vorzubeugen, und dies auch nur bis zu einem gewissen Grade. Wie entstehen aber die »schlagenden Wetter«?

Bei Besprechung der Entstehung der Kohlenflötze haben wir gesehen, daß die Verwandlung der organischen Substanz der Pflanzen unter Abscheidung kohlenstoffhaltiger Gase erfolgt, und zwar tritt in größter Menge neben Kohlensäure

und Kohlenoxyd das Sumpfgas, Grubengas oder Methan auf. Es ist dies eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff, welche leichter als die Luft, farblos und geruchlos ist, und den Athmungsproceß nicht zu unterhalten vermag. Doch ist das Grubengas selbst brennbar, und zwar verbrennt es, wenn es im ganz reinen Zustande aus einer engen Oeffnung ausströmt, mit ruhiger, blaßblauer Flamme, die Producte der Verbrennung sind Wasserdampf und Kohlensäure.

In dieser Hinsicht verhält sich das Grubengas also ganz ähnlich wie das Leuchtgas, welches zur Beleuchtung der Wohnräume dient.

Wird dagegen ein in einem gewissen Verhältnisse stehendes Gemenge von Luft und Grubengas entzündet, so erfolgt die Verbrennung ungemein rasch, die Wirkung dieser raschen Verbrennung, welche unter bedeutender Wärmeentwickelung vor sich geht, ist dann eine gewaltige, es entsteht eine Explosion, welche der Bergmann als schlagende Wetter bezeichnet und durch die alljährlich eine leider nur zu große Anzahl von Bergleuten ihr frühes Ende findet.

Die Entwickelung von Grubengas in Kohlenflötzen dauert eben noch fort, ein Beweis dafür, daß der Proceß der Carbonisation noch nicht beendet ist. Dieses sich fast in allen Steinkohlengruben in größerer oder geringerer Menge entwickelnde Gas dringt dann in die Baue ein und ruft unter Umständen die Schlagwetterkatastrophe hervor. Auch finden sich in vielen Flötzen mit Grubengas gefüllte Hohlräume, welche bedeutende Mengen des gewöhnlich unter hohem Drucke stehenden Gases enthalten. Wird nun ein Gang in ein Kohlenflötz gehauen, so dringt das bis dahin in der Kohle eingeschlossene Gas in die Grubenluft. Bei feuchter Kohle bemerkt man dabei ein knisterndes, von zerplatzenden Wasserbläschen herrührendes Geräusch, das die Bergleute wegen seiner Aehnlichkeit mit dem von Krebsen durch Bewegen ihrer Scheeren verursachten Geräusch das »Krebsen« des Gases nennen. Wird solch ein Hohlraum angeschlagen, so entweicht das aufgespeicherte Gas mehr oder minder rasch, und es entsteht ein sogenannter »Bläser«, der je nach der Menge der angesammelten Gase nur kurze Zeit oder auch Monate und Jahre unausgesetzt Gas ausströmen läßt, je nach der Größe der damit in Verbindung stehenden gaserfüllten weiteren Hohlräume.

Wir erwähnten, daß in manchen Hohlräumen bedeutende Mengen Grubengas, und zwar unter bedeutendem Drucke eingeschlossen sind, man hat Drucke bis zu 32 Atmosphären gemessen. Ist nun ein solcher Hohlraum von allen Seiten von fester, nicht zerklüfteter Kohle umschlossen, so daß das Gas nicht durch Klüfte und Spalten langsam als »Bläser« entweichen kann, und wird nun auf einen solchen Hohlraum zugearbeitet, so kann der Fall eintreten, daß endlich die trennende Scheidewand dem enormen Drucke der hinter ihr befindlichen Gasmasse nicht mehr Stand zu halten vermag und diese sich in der Richtung des geringsten Widerstandes Bahn bricht. Dann strömt das Grubengas plötzlich und mit ungeheuerer Heftigkeit aus, wirft den Kohlenstoß vor sich her, und verwandelt diesen in eine Staubmasse, welche sich mit dem Grubengase sogleich in den Grubenbauen ver-

breitet. Diese ausbrechenden Gasmassen sind mitunter so groß, daß sie alle Grubenbaue erfüllen und den einziehenden Wetterstrom bis zur Tagesoberfläche zurückzudrängen vermögen.

Ein solches Ereigniß war die Ursache der Schlagwetterkatastrophe, welche am 3. Jänner 1865 auf der Kohlengrube Midi de Dour (Provinz Hainaut in Belgien) sich ereignete. Der Hergang dieses Unglückes, welches als typisches Beispiel der in Rede stehenden Vorkommnisse hier geschildert zu werden verdient, war nach Demanet folgender:

Die Gaseruption fand in der Teufe von 468 Meter in einem stehenden Flügel des Flötzes Six-paulmes mit solcher Heftigkeit statt, daß die beiden vor dem Kohlenstoße befindlichen Arbeiter zurückgeworfen und auf den Schacht zu mitgerissen wurden, inmitten eines Staubstromes, welcher auch in die seitlich gelegenen Räume eindrang und mit großer Schnelligkeit den Förderschacht hinauf bis zu Tage emporstieg. Dieser Staub war unmittelbar gefolgt von einer beträchtlichen Masse zerbrochener und wie durchgesiebter Kohle, welche die Strecke auf eine Länge von fast 30 Meter zuschüttete. Die Messung dieser zerriebenen Masse ergab ein Volumen von 175 Cbm. Der Hohlraum, welcher sich auf diese Weise geleert und vergrößert hatte, besaß eine unregelmäßige Form und eine Größe von anscheinend über 100 Cbm. Das Gas, welches durch den Förderschacht hinaufströmte, entzündete sich an der Hängebank an den Feuerherden und führte so die Explosion herbei.

Wir erwähnten, daß in ganz reinem Zustande das Grubengas ruhig verbrennt, die furchtbaren Explosionen treten vielmehr nur dann ein, wenn das Grubengas mit Luft gemengt ist, so daß also an allen Stellen die zur Verbrennung erforderliche Menge Sauerstoff sich vorfindet, dann erfolgt aber die Verbrennung plötzlich und fast gleichzeitig an allen Orten. Die Neigung zur Explosion ist aber in hohem Grade von dem Mengungsverhältnisse zwischen Grubengas und Luft abhängig.

Enthält die Luft weniger als 6 Procent Methan, so tritt noch keine Explosion ein, dagegen ist ein aus 94 Theilen Luft und 6 Theilen Grubengas bestehendes Gasgemisch schon explosionsfähig. In dem Maße nun, als der Gehalt an Methan zunimmt, steigert sich auch die Explosionsgefahr, und bei einer Menge von 10 bis 11 Procent Methan ist die Gefahr einer Explosion wie auch deren Stärke am größten. Nimmt nun der Gehalt der Luft an Methan noch weiter zu, so nehmen die Explosionen wieder an Heftigkeit ab, denn dann ist schon weniger Sauerstoff vorhanden, als zur vollständigen Verbrennung nöthig ist, während bei einer Menge von 10—11 Procent Methan der Sauerstoffgehalt der Luft eben ausreichend ist, um eine vollständige Verbrennung herbeizuführen. In Luft endlich, welche zu einem Drittel ihres Volumens aus Methan besteht, erlischt schon die Flamme der Grubenlampe; solche Luft ist aber dann auch zur Unterhaltung des Lebensprocesses nicht mehr geeignet.

Ist nun eine explosionsfähige Mischung von Grubengas und Luft vorhanden, nd wird diese durch einen unglücklichen Zufall oder durch Leichtsinn entzündet, o verbrennt das Gemisch ungemein rasch unter bedeutender Wärmeentwickelung. Diese ist die Ursache der plötzlichen Ausdehnung der Verbrennungsproducte — Wasserdampf und Kohlensäure, während der Stickstoff der Luft unverändert bleibt — welche dabei bedeutend ihr Volumen vergrößern. Es tritt also eine ähnliche Wirkung auf, wie wir sie bei Besprechung der Sprengwirkung des Pulvers und



Schlagende Wetter. Zu Seite 643.

er Dynamite kennen lernten, und diese Explosion ist natürlich mehr als aus-eichend, um ein Menschenleben zu vernichten. Die Explosion reißt Alles, was ihr ntgegensteht, um, die Menschen werden zur Seite geschleudert, Förderwagen zer-rümmert, eiserne Schienen verbogen, die starken Holzbalken, die die Decke stützen, mgerissen, die Decke stürzt ein, kurz, es entsteht ein Chaos der Verwüstung, das ich bisweilen durch den Schacht an die Tagesoberfläche fortpflanzt. Zugleich önnen durch die Hitze der Explosionsflamme Grubenbrände entstehen. Von be-onderer Heftigkeit sind Explosionen, die in der Tiefe eines nur nach einer Seite ffenen Ganges ihren Herd haben. In diesem Falle wird der Gang gleichsam zum Kanonenrohre, durch das die Explosionsflamme schußartig hindurch rast.

Hat die Verbrennung beziehungsweise die Explosion stattgefunden, welche eben nichts Anderes ist, als eine ungemein rasche Verbrennung, so nehmen nach erfolgter Abkühlung die Verbrennungsproducte ein kleineres Volumen ein, als das ursprünglich vorhandene Gasgemisch. Es entsteht also ein luftverdünnter Hohlraum, in welchen nun von Außen die Luft mit großer Vehemenz eindringt, und den »Rückschlag« veranlaßt, welcher zwar minder heftig ist als die Explosion selbst, aber immer noch sehr traurige Consequenzen nach sich ziehen kann.

Mit dem Rückschlag ist aber die Wirkung einer Grubengasexplosion noch nicht zu Ende. Die Verbrennungsproducte sind Wasserdampf und Kohlensäure, und letztere ist zur Athmung nicht geeignet. Sie entsteht aber in bedeutender Menge und füllt nach einer Explosion die Baue oft ganz an, und dieser »Nachschwaden« war schon oft die Ursache des Todes vieler Bergleute, die der eigentlichen Explosion der schlagenden Wetter mit heiler Haut entgingen, dann aber im Nachschwaden, der sie ereilte, ersticken mußten.

Die schlagenden Wetter gehören überhaupt zu den schrecklichsten und in ihren Folgen fürchterlichsten Unglücksfällen, welche sich im Bergwerksbetriebe ereignen können. Nicht nur, daß zahlreiche blühende Menschenleben durch solche Katastrophen plötzlich und wohl unbewußt ihren Tod finden, besteht eine weitere Gefahr in dem Ausbrechen von Grubenbränden, in der Zerstörung der Wetterführung und der Fahrten, so daß es oft nicht möglich wird, den von der Explosion selbst verschont gebliebenen Mannschaften rasche Hilfe zu bringen, und auch diese nachträglich ein Opfer des Elementarereignisses werden. Wohl ist nach einem solchen Unglücksfalle Hilfe stets in ausreichendem Maße bei der Hand, aber nur zu oft ist Hilfe eben nicht möglich, und diese Scenen, die sich dann am Schachte abspielen, wo Frauen und Kinder bange Stunden im Ungewissen über das Geschick ihrer Ernährer schweben, um sie vielleicht endlich in den verkohlten und schrecklich verstümmelten Ueberresten, die die Rettungsmannschaft der Tiefe entrissen, an einem Ringe oder einem Fetzen der Kleidung zu erkennen, diese Scenen mag sich der Leser, wenn er Gefallen an solchen Bildern des unsagbaren Jammers findet, selbst ausmalen. Er mag auch darüber Betrachtungen anstellen, ob es nicht unter Umständen zweckmäßiger gewesen wäre, jene Summen, die dann der Besitzer der Kohlengrube aufwendet, um das Elend unter der brodlos gewordenen Arbeiterschaft und den Verwaisten zu stillen, schon früher, aber zur Einrichtung eines geordneten Betriebes, zur Vorkehrung der nöthigen Sicherungsmaßnahmen zu verwenden. . . .

Die ersten authentischen Nachrichten, welche sich über Schlagwetterkatastrophen finden, reichen weit über 200 Jahre zurück. Begreiflicherweise stand man seinerzeit solchen Ereignissen vollkommen macht- und rathlos gegenüber, und man nahm zu den absonderlichsten Mitteln Zuflucht, um den Schrecken zu bannen.

Auch in Salzbergwerken treten schlagende Wetter auf, und so berichtet man vom Hallstätter Salzberge, daß man im Jahre 1664 zum Gebete seine

ıflucht nahm, um den bösen Feind zu bewältigen, und mit geweihten Reliquien
d Lichtern das unheimliche Phänomen zu verscheuchen suchte.

Am 9. September 1664 — berichten die Urkunden des ehemaligen Berg-
ıtes zu Schlaggenwald — wollten zwei neue aufgenommene Häuer im neuen



Entzündung schlagender Wetter durch einen »Büßer«. Zu Seite 646.

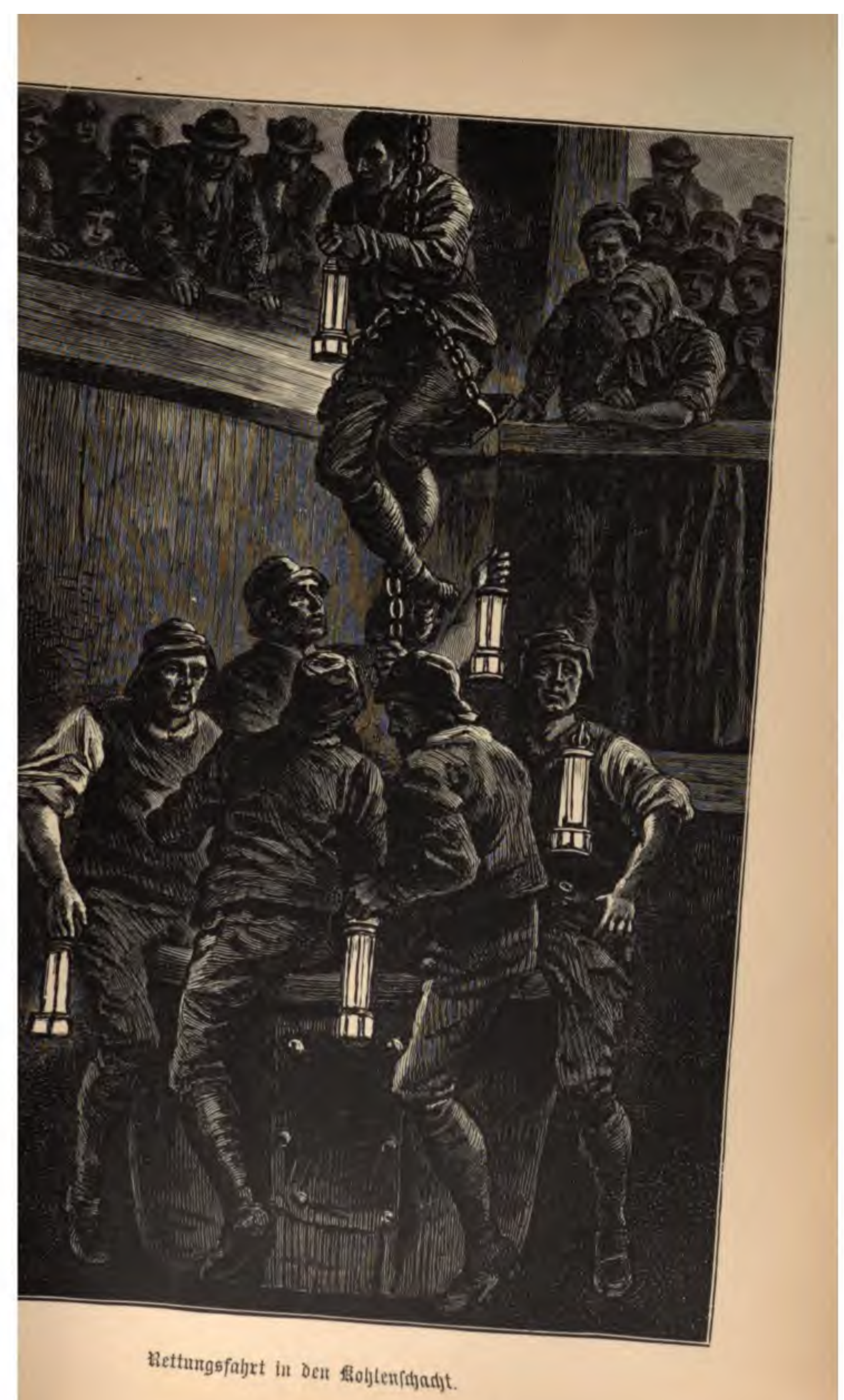
ıserberge an ihre Arbeit gehen, und da ist »unversehens ein fewer, niemand
ßend woher es khomen auf der Unterbergerwähr gegen Sie geloffen, Sie zu
den geschlagen und Uebel verbrennt«. Am 15. September trat dann eine Com-
ssion zur Untersuchung dieser räthselhaften Erscheinung zusammen, welcher sich
ħ die Pfarrer von Hallstatt und Goisern anschlossen. Während der Untersuchung

scheint sich nach dem Berichte des Gegenschreibers Hans Christof Sermatinger die Explosion wiederholt zu haben. Die Lichter der Commission wurden ausgelöscht, »ungeachtet selbige auch hochgeweiht gewesen, und jedweder verlangte der Erste mit Hülfe Gottes hinauszusein«. »In Summa hat Jedtweder unter uns ein zimbliches Denkzeichen von empfangener Furcht, Schrocken und vergiften Loft bekhomen und davongetragen.... Dieses ist also der unglückselige Verlauf, welcher sich mit uns hier in benannten armen Leuten in Besuchung dieses anitze unglückseligen Berges zugetragen und wie elendiglich es uns traktirt und zugerichtet hat....«

Später wollte man die Dämonen, denn nur diese konnten ja die Ursache einer solchen Erscheinung sein, durch Schlagen mit Stöcken und durch Schwenken von Tüchern verscheuchen, möglicherweise hat man dadurch auch einen Erfolg erzielt, da man einen Luftwechsel herbeiführte. Man kam auch auf die Idee, die sich ansammelnden Schlagwetter absichtlich zur Explosion zu bringen, natürlich bevor die Belegschaft angefahren war. Zu diesem Zwecke wurde aus der Belegschaft durch das Los einer gewählt, der dann in die Grube einfuhr und mittelst eines an einem Stocke befindlichen Lichtes die sich ihres geringeren specifischen Gewichtes wegen an der Decke der Baue ansammelnden Schlagwetter zur Explosion brachte. Um sich wenigstens einigermaßen gegen die Gewalt derselben zu schützen, trug der Betreffende eine kapuzenartige Maske, die das Gesicht und einen Theil des Körpers bedeckte; dieses Kleidungsstück trug ihm den Namen »Büßer« ein.

Auch Herttwig schrieb noch im Jahre 1734: »Schwaden ist ein böses Wetter oder gifftige Lufft, Witterung oder unzeitiger Berg-Saame, Koboldische oder arsenicalische Dämpffe und Flüchtigkeit. Hält sich einige Tage auf dem Wasser, wenn er nicht aufgerühret wird. So bald es aber geschicht, steiget er auf, löschet alle Lichter aus, und wenn die Bergleute nicht alsobald zu Tage aus, oder in gut frisch Wetter gebracht werden, tödtet er sie gar. Wird auch mit unter die Ursachen gezehlet, warum manches Bergwerck liegen bleiben muß. Denen, so damit angefallen wurden, giebet man Essig mit Baumöhl ein, und leget sie also, daß das Haupt etwas unter sich, und der Leib höher lieget, damit sie des Gifftes per vomitum oder Erbrechen in etwas loß werden.«

Zur Beseitigung des Grubengases und damit der Schlagwetter hat man die verschiedensten Mittel vorgeschlagen und versucht. Mit einer »ewigen Lampe« wollte man das Gas in dem Maße verbrennen, als es sich entwickelte, durch Chlorgas es chemisch zersetzen, durch elektrische Zünder die schlagenden Wetter von Zeit zu Zeit in »ungefährlichen« Mengen zur Explosion zu bringen, das Gas in besonderen Entzündungsbehältern sammeln und die Verbrennungsproducte oder das Gas selbst in Röhren zu Tage zu leiten. Indessen keiner dieser Pläne hatte einen praktischen Erfolg. Bewährt hat sich nur eine gute Ventilation des Bergwerks, wodurch ein frischer Luftstrom durch den Schacht zum tiefsten Arbeitspunkte und von da an allen Orten, wo gearbeitet wird, vorbei nach oben wieder an die Oberfläche zurückgeleitet wird. Mit diesem Luftstrom wird die verdorbene Luft



Rettungsfahrt in den Kohlenschacht.



und vor Allem auch das Grubengas in Massen andauernd aus dem Bergwerk herausgeführt. Damit ist, vorausgesetzt, daß keine unvorhergesehene Entwickelung von Sumpfgas eintritt, und daß nicht leichtsinnige Hände die Luftcirculation stören, einer übermäßigen Anhäufung von Grubengas im Bergwerk vorgebeugt. Die Gefahr ist freilich nicht beseitigt, denn da das Gas unaufhörlich aus der Kohle dringt, bilden sich auch fortwährend neue schlagende Wetter.

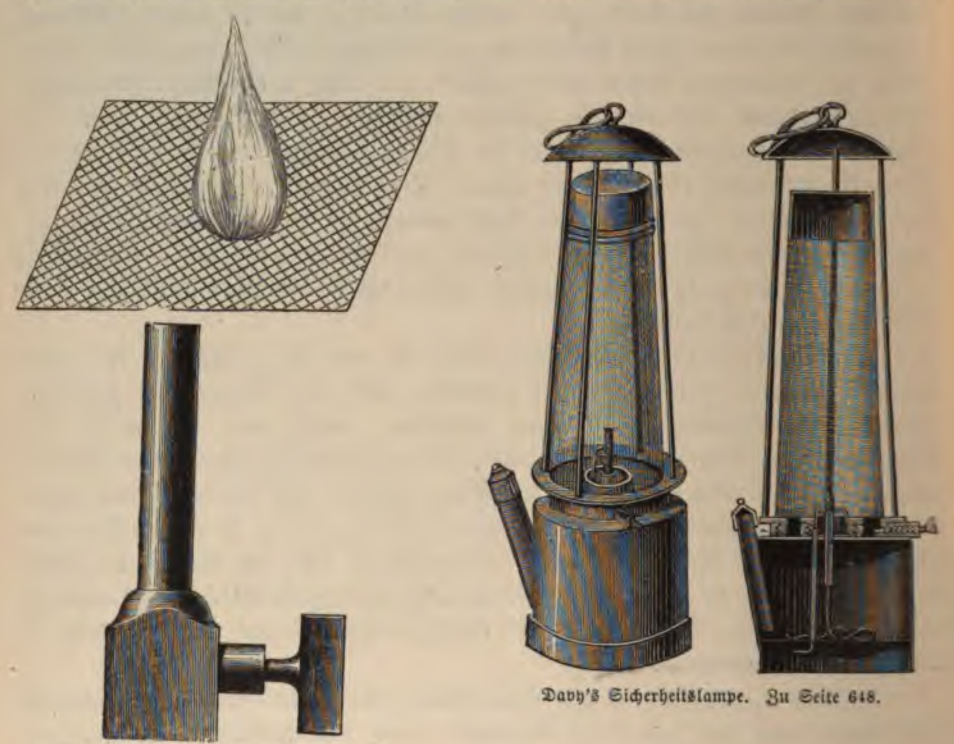
Man stand also lange Zeit den Schlagwettern geradezu machtlos gegenüber, und dieser Zustand der Hilflosigkeit währte so lange, bis die exacte Forschung daran ging, die Natur dieser Erscheinung zu ergründen. Erst als man die wahre Ursache der schlagenden Wetter erkannt hatte, war man in der Lage, Gegenmaßregeln zu ergreifen, und die erste glückliche Erfindung, deren Princip heute noch ausgedehnte Anwendung findet, war die Sicherheitslampe von Sir Humphry Davy, die im Jahre 1815 bekannt wurde. Diese einfache Vorrichtung hat wohl schon — besonders seit der großen Ausdehnung, die die Kohlenproduction genommen — vielen tausenden Kohlenarbeitern das Leben gerettet, und die Erfindung der Sicherheitslampe ist den epochalsten Schöpfungen des Menschengeistes ebenbürtig zur Seite zu stellen.

Die Davy'sche Sicherheitslampe stützt sich auf die Thatsache, daß jeder brennbare Körper, somit auch jedes brennbare Gas oder Gasgemisch, zur Entzündung eine bestimmte Wärmemenge benöthigt. Sorgt man nun dafür, daß beispielsweise in einem mit Schlagwettern erfüllten Raume die Flamme der Grubenlampe nicht soviel Wärme an ihre Umgebung abgiebt, daß sich daran das explosible Gemisch von Grubengas und Luft zu entzünden vermag, so ist eine Explosion ausgeschlossen. Die Verminderung der Wärmeabgabe läßt sich aber in der Weise erreichen, daß man in der Flamme oder um diese einen guten Wärmeleiter anbringt, der die abgegebene Wärmemenge auf einer größeren Fläche vertheilt und sie dadurch unschädlich macht.

Läßt man beispielsweise aus einem Rohre oder einem Gasbrenner Leuchtgas ausströmen, und hält man einige Centimeter über der Ausströmungsöffnung ein engmaschiges Drahtnetz, so kann man das durch die Maschen des Netzes tretende Gas über diesem entzünden, und es wird ruhig fortbrennen, ohne daß die Flamme zur Ausströmungsöffnung selbst zurückschlägt und dort das Gas entflammt. Das Drahtnetz nimmt nämlich einen Theil der durch das brennende Gas erzeugten Wärme auf, vertheilt sie und leitet sie ab, dadurch wird aber die Temperatur unterhalb des Netzes stets unter der Entzündungstemperatur des Gases gehalten.

Dieses Princip wendete nun Davy bei der Construction seiner Sicherheitslampe an. Er umgab die Flamme derselben mit einem allseits geschlossenen Drahtnetze, welches ungefähr 115 Oeffnungen pro Quadratcentimeter besaß. Wird eine in dieser Weise hergerichtete Lampe in ein explosibles Gasgemisch gebracht, so dringt mit der Luft auch das Gas zur Flamme und entzündet sich dort. Die durch diese localen Explosionen producirte Wärmemenge wird jedoch von dem

Drahtnetze aufgenommen und vertheilt, so daß sich die außerhalb der Lampe befindlichen Schlagwetter dadurch nicht entzünden können; das Gleiche geschieht auch mit der von der Flamme selbst erzeugten Wärmemenge. Sobald Grubengas aber an der Flamme der Sicherheitslampe verbrennt, ändert sich die Gestalt der Flamme, und diese Erscheinung kann, wie wir später sehen werden, nicht nur zur Erkennung der Anwesenheit von Grubengas, sondern auch zur annähernden Schätzung der Menge desselben dienen. In sehr schlagwetterreicher Grubenluft verliert allerdings



Versuch zur Demonstration der Theorie der Sicherheitslampe. Zu Seite 647.

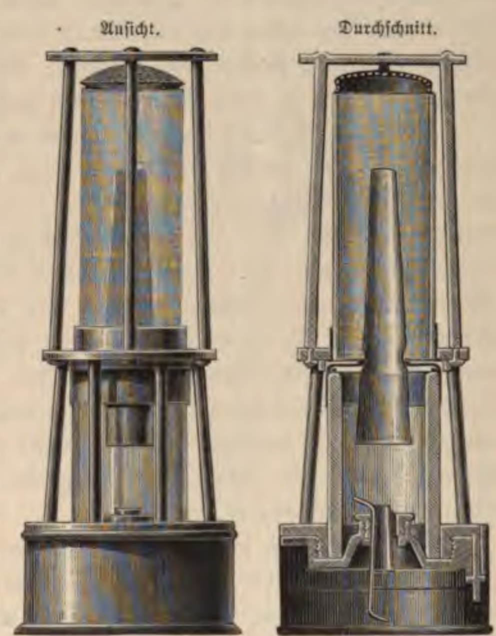
Davy's Sicherheitslampe. Zu Seite 648.

nach einiger Zeit die Lampe ihre Wirkung, denn dann wird durch die große im Innern des Drahtnetzes verbrennende Gasmenge das Drahtnetz glühend, und die Entzündung pflanzt sich nach Außen fort. Bis dieser Zeitpunkt eintritt, findet jedoch der Bergmann reichlich Gelegenheit, den gefährlichen Ort zu verlassen.

Wenn Davy auch das Princip der Sicherheitslampe glücklich gelöst hatte, so blieb diese doch immer noch in mancher Hinsicht verbesserungsfähig, und an Verbesserungen der verschiedensten Art hat es wahrlich nicht gefehlt. Diese Verbesserungen betrafen sowohl die Construction der Lampe selbst, als auch blos einzelne Theile derselben, und besondere Commissionen haben sich eingehend mit der Erprobung der verschiedenen Sicherheitslampen befaßt.

Verbesserung war es zunächst, den unteren, die Flamme umgebenden
Drahtnetzes, welcher die Leuchtkraft der Lampe wesentlich beeinträchtigt,
n dickwandigen Glascylinder zu ersetzen, an welchen sich dann das
ht anschloß. Auch die zweckmäßigsten Dimensionen der Lampe wurden
reiche Versuche ermittelt, denn auch diese sind von großer Bedeutung.
t construirten Lampen kann nämlich der Fall vorkommen, daß die
i rasch ziehenden Wettern durch das Drahtnetz geweht wird, oder daß
erlischt.

sehr gebräuchliche Con-
r Sicherheitslampe, die sich
ich bewährte, stammt von
Die Müseler'sche Lampe
ächst aus dem Oelbehälter
Dochthälter. Durch das
r führt — wie auch bei
Davy-Lampe — ein enges
in diesem befindet sich ein
unten schwach umgebogener
zum Putzen und Höher-
Dochtes bei geschlossener
nt. Auf dem Oelbehälter
Glascylinder, welcher oben
nschließendes horizontales
trägt. Durch dieses führt
kegelförmiger Blechschorn-
cher die Verbrennungs-
bzuführen hat. Schornstein
zontales Drahtnetz sind



Müseler-Lampe. Zu Seite 649.

noch von einem oben geschlossenen Drahtnetzcylinder umgeben. — Die
e Lampe besitzt zwei Eigenthümlichkeiten, die oft als Nachtheile bezeichnet
e aber eigentlich als Vortheile anzusehen sind. Sie erlischt nämlich, wenn
einer Explosion schlagender Wetter vorhanden ist, und wenn sie übermäßig
ten wird. In beiden Fällen hat das Erlöschen aber wesentliche Vortheile,
eits ist nach dem Erlöschen der Lampe eine Entzündung der Schlagwetter
usgeschlossen, andererseits könnte bei einer schiefen Stellung der Lampe der
er springen, da er dann von der Flamme selbst berührt wird. Dann wäre
efahr einer Explosion erst recht heraufbeschworen. Natürlich muß dort,
üseler'sche Lampe in Anwendung steht, das Beleuchtungswesen in der
prechend organisirt sein, in der Weise, daß die erloschene Lampe rasch gegen
nde ausgetauscht werden kann, denn vor Ort und überhaupt an gefähr-
en darf die Lampe niemals geöffnet und mit offenem Feuer hantirt werden.

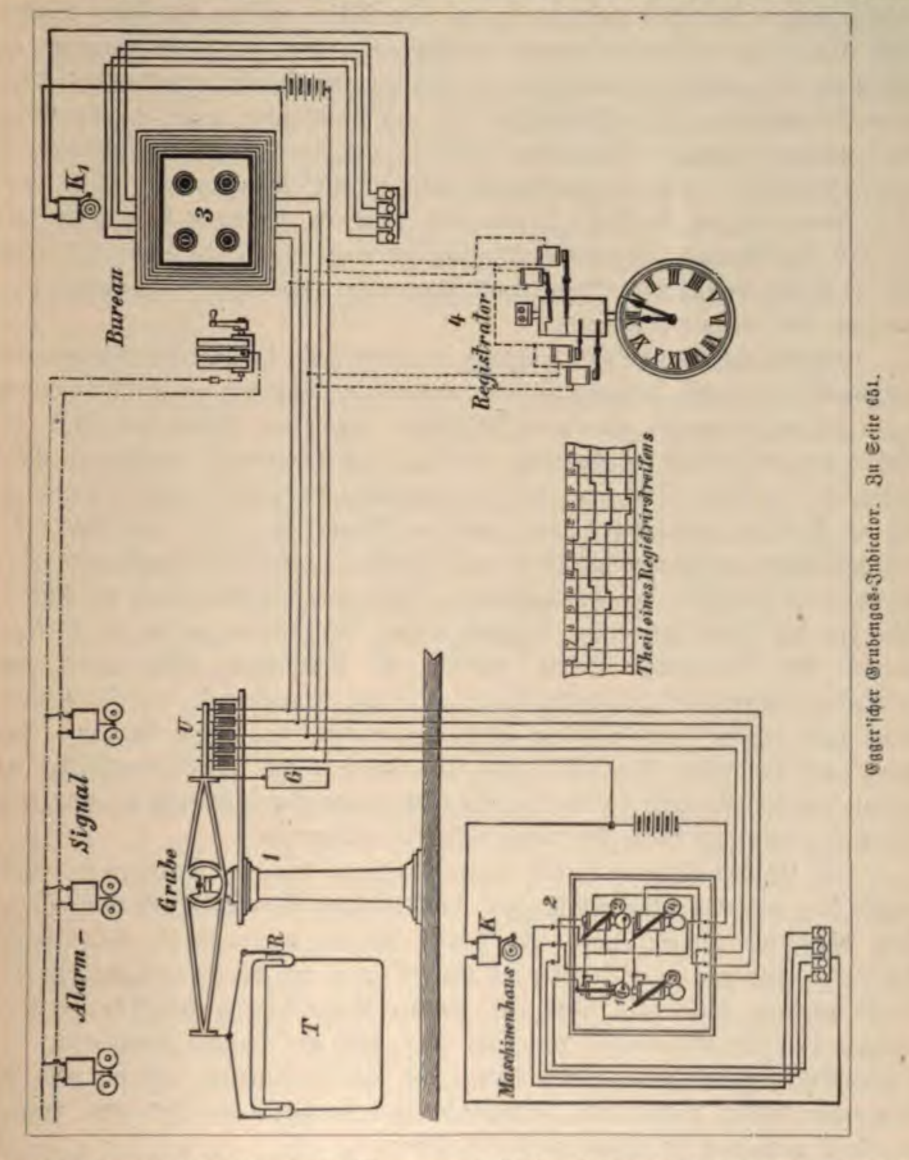
Dies, besonders das Wiederanzünden erloschener Lampen, war häufig die Ursache der Entzündung schlagender Wetter, ferner aber auch der Leichtsinn der Arbeiter selbst, da diese, um besser zu sehen, das schützende Drahtgeflecht entfernten. Man war daher bestrebt, dem Bergmanne das Oeffnen der Lampe unmöglich zu machen, man gab ihm plombirte oder versperrte Lampen u. s. w. Am besten hat sich wohl der magnetische Verschluß bewährt. Die betreffenden Lampen besitzen im Innern eine starke Sperrfeder, welche nach dem Aufsetzen des Drahtgeflechtes in eine Vertiefung einschnappt und von außen weder sichtbar noch zugänglich ist. Das Oeffnen der geschlossenen Lampe ist überhaupt nur in der Weise möglich, daß man sie auf einen starken Magnet stellt, dieser zieht die Sperrfeder zurück und hält sie so lange in ihrer Lage fest, bis das Drahtnetz fortgenommen wurde.

Die Wartung der Sicherheitslampen geschieht stets obertags durch einen verläßlichen Arbeiter, der die Drahtnetze reinigt, das Brennmateriale nachfüllt, Lampen mit schadhaften Netzen ausschaltet u. s. f. Häufig ist jede Lampe mit einer Nummer versehen, welcher jener Zahl entspricht, unter der der betreffende Häuer im Lohnbuche steht. Aus der Anzahl und der Nummer der ausgegebenen Lampen läßt sich dann auch jederzeit ersehen, wie viele und welche Arbeiter sich in der Grube befinden; da ferner jeder Arbeiter stets dieselbe Lampe erhält, kann er bei einer etwaigen Beschädigung derselben auch zur Verantwortung gezogen werden. Bei der hohen Bedeutung des guten Zustandes der ausgegebenen Lampen ist es nur mit Freude zu begrüßen, wenn in vielen Kohlenzechen der Usus besteht, die Vertheilung der Lampen durch einen Beamten vornehmen zu lassen, der sich von ihrem guten Zustande vergewissert.

Wir erwähnten schon, daß die Lampe selbst auch zur Erkennung des Vorhandenseins schlagender Wetter dienen kann. In diesem Falle zeigt nämlich die Flamme eigenthümliche Veränderungen, sie wird länger und von einer blaßblauen Hülle umgeben, die besonders dann deutlich hervortritt, wenn der Docht niedergezogen wird. Diese Merkmale lassen dem Bergmanne das Vorhandensein schlagender Wetter erkennen, und er hat dann noch immer Zeit genug, sich von der drohenden Gefahr zu retten. Sind schon größere Mengen Grubengas angesammelt, so erfolgen innerhalb des Drahtnetzes kleine Explosionen, ohne daß damit jedoch direct eine Gefahr verbunden wäre, diese würde erst dann eintreten, wenn das Drahtnetz glühend wird, was jedoch erst nach einiger Zeit der Fall sein kann. Immer bleibt also noch Zeit genug, die gefährliche Stelle zu verlassen.

Begreiflicherweise war man auch bestrebt, Apparate zu ersinnen, welche automatisch den Gehalt der Grubenluft an Grubengas anzuzeigen im Stande sind und bei Erreichung eines gewissen Gehaltes ein Warnungssignal ertönen lassen. Solcher Constructionen giebt es eine große Zahl, und manche derselben sind nicht nur mit bewunderungswürdigem Scharfsinne erdacht, sondern sie erfüllen auch ihren Zweck in trefflicher Weise. Leider steht ihrer allgemeinen Einführung aber der Umstand im Wege, daß sie in der Grube gewöhnlich sehr rasch zu Grunde gehen und

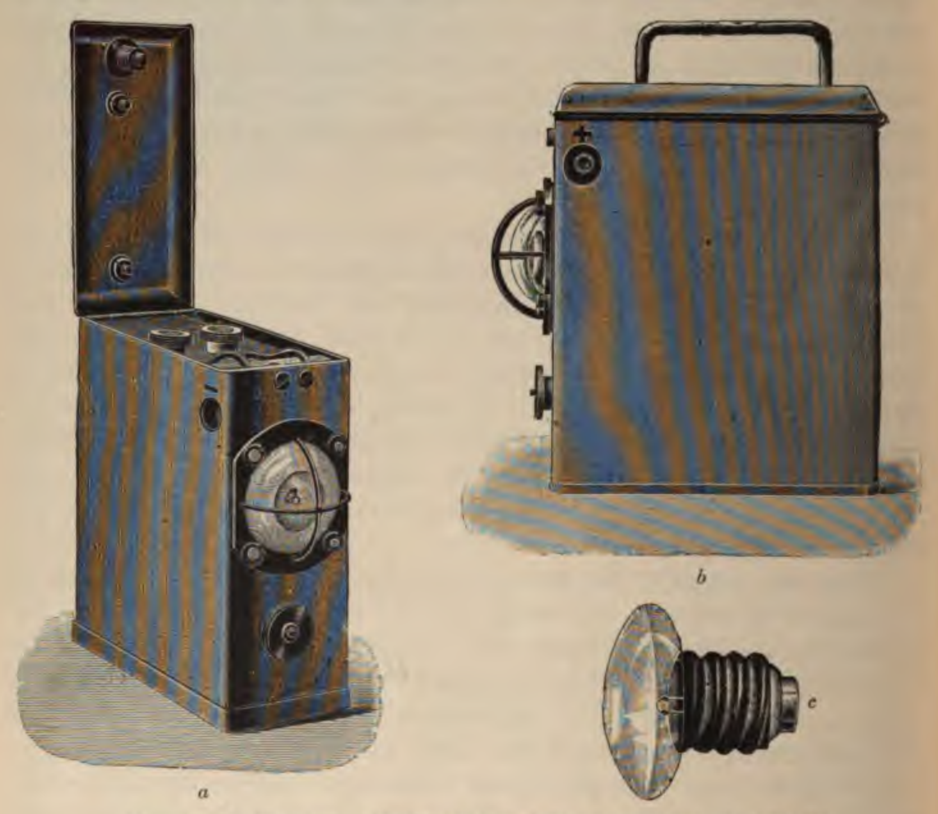
dann entweder überhaupt keine, oder unrichtige und unverläßliche Anzeigen liefern. — Ein Apparat, dessen Princip jedenfalls als äußerst genial bezeichnet werden muß, wurde von der Firma Egger & Co. in Wien construirt. Mittelst desselben



Egger'scher Grubengas-Indicator. Zu Seite 651.

kann die Anwesenheit schlagender Wetter an beliebig vielen und beliebig von einander entfernten Punkten angezeigt und auch selbstthätig registrirt werden. Diese Erfindung beruht auf der Thatsache, daß specifisch schwere Gase in leichteren untersinken. In der obenstehenden Abbildung ist der eigentliche Apparat mit 1 bezeichnet. An dem einen

Nach vielen Beobachtungen verdient aber auch das Barometer volle Berücksichtigung. Es hat sich nämlich ergeben, daß bei fallendem Luftdrucke schlagende Wetter häufiger auftreten, als bei steigendem. Dies ist auch ganz erklärlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß das in der Kohle eingeschlossene Grubengas bei seinem Austritte nicht nur den Widerstand des festen Materiales, sondern auch jenen des herrschenden Luftdruckes zu überwinden hat. Wird nun dieser letztere



Transportable Glühlampe. a Geöffnet, b Seitenansicht, c Glühlampe. Zu Seite 655.

Widerstand, wie dies eben bei niederem Luftdrucke oder bei raschem Sinken des Barometers der Fall ist, geringer, so ist es einleuchtend, daß dann die Wahrscheinlichkeit eines Austrittes schlagender Wetter eine umso größere sein wird. Es ist daher dann alle Vorsicht am Platze und der Wetterführung und der Stärke des Wetterstromes erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Wir müssen nun aber noch eines Hilfsmittels gedenken, welches im Stande ist, dem Betriebe der Kohlengruben wohl die größte Sicherheit zu verleihen und die Entzündung schlagender Wetter überhaupt nahezu unmöglich zu machen. Es ist dies die allgemeine Einführung der elektrischen Beleuchtung in den Kohlen-

gruben, welche heute, da alle technischen Fragen vollkommen befriedigend gelöst sind, keiner Schwierigkeit mehr unterliegt. Die Bogenlampen allerdings würden sich geradeso verhalten, wie eine Grubenlampe ohne Davy'sches Drahtnetz, dagegen bietet die Glühlampe den denkbar vollkommensten Schutz, nicht gerechnet den gewaltigen Vortheil, der durch ihr gleichmäßiges, ruhiges und kräftiges Licht erzielt wird. Die Glühlampe ist eben allseits geschlossen und der im Innern der Birne befindliche Kohlenfaden wird durch den elektrischen Strom zum Glühen gebracht. Er verbrennt nicht, da aus der Birne die Luft vollständig entfernt wurde. Dagegen wäre beim Zerbrechen der Birne, wobei dann der Kohlenfaden in Berührung mit der Luft sofort verbrennt, die Entzündung schlagender Wetter immerhin möglich, ja sogar wahrscheinlich; dem kann aber dadurch gesteuert werden, daß man die Glühlampen mit weitmaschigen Drahtkörben umgiebt, oder sie in mit Wasser gefüllte Gefäße verlegt. Auch besteht eine große Anzahl von Constructionen, welche die Entzündung schlagender Wetter durch überspringende Funken an den Contacten unmöglich macht.

Die große Leichtigkeit, mit welcher elektrische Leitungen verlegt und verlängert werden können, ist bekannt, ebenso, daß von Wandcontacten sehr leicht mittelst biegsamer Kabel der Strom nach einer beliebigen Stelle geführt werden kann, um dort eine Glühlampe zu speisen. Diese Umstände sprechen sehr zu Gunsten der Einführung der elektrischen Beleuchtung in Kohlengruben, doch verdient auch die transportable Beleuchtung mittelst kleiner Accumulatoren volle Beachtung. Sie wird besonders dann am Platze sein, wenn entweder die Anlage der elektrischen Leitungen mit zu großen Kosten verbunden wäre, oder wenn selten benützte Strecken befahren werden sollen.

Die Accumulatoren oder Secundärbatterien sind Vorrichtungen, welche die Aufspeicherung elektrischer Energie und deren Verwendung an einem beliebigen Orte und nach beliebiger Zeit gestatten. Sie beruhen auf der Ueberführbarkeit elektrischer Energie in chemische Energie, die dann wieder Arbeit in Form von Elektricität zu leisten vermag. Taucht man beispielsweise zwei Platten aus Platinblech in verdünnte Schwefelsäure und verbindet sie mit den Polen einer galvanischen Batterie, so bewirkt der elektrische Strom eine Zersetzung des Wassers, die sich dadurch äußert, daß am negativen Pole Wasserstoff, am positiven Sauerstoff abgeschieden wird. Entfernt man nun die galvanische Batterie und verbindet man die beiden Platinplatten direct miteinander, so entsteht ein dem ursprünglichen entgegengesetzter Strom, der so lange anhält, bis sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe wieder zu Wasser vereinigt hat.

Ein ähnliches Princip nun liegt den zur Beleuchtung oder als Kraftquelle für Motoren dienenden Accumulatoren zu Grunde. Nur verwendet man hier nicht Platinbleche als Elektroden, sondern Bleiplatten, die man der Raumersparniß halber spiralförmig ineinander rollt, natürlich unter gleichzeitiger Isolirung durch zwischengelegte Kautschukstreifen. Verbindet man ein solches Plattenpaar, welches

in verdünnter Schwefelsäure steht, mit einer galvanischen Batterie oder mit den Polen einer Dynamomaschine, so wird ebenfalls an der positiven Platte Sauerstoff entwickelt, der sich jedoch mit dem Blei zu Bleisuperoxyd verbindet. Der Wasserstoff dagegen, welcher an der negativen Platte auftritt, entweicht, so daß diese Platte blank bleibt. Verbindet man nun die beiden Bleiplatten untereinander, so wird der Draht von einem elektrischen Strome in entgegengesetzter Richtung durchflossen. Jetzt tritt aber Wasserstoff an der mit braunem Bleisuperoxyd überzogenen, früher negativen, jetzt positiven Bleiplatte auf und dieser reducirt das Bleisuperoxyd wieder zu metallischem Blei, und der elektrische Strom dauert so lange an, als noch Bleisuperoxyd vorhanden ist.

Im Verhältniß zur aufgespeicherten Elektricitätsmenge besitzen die Accumulatoren ein relativ bedeutendes Gewicht, und man war daher bestrebt, die Capacität nach Möglichkeit zu steigern. Dies ist nun in einer wenigstens theilweise befriedigenden Weise gelungen, und man wurde dadurch in Stand gesetzt, leichte Accumulatoren zu construiren, die bequem getragen werden können und eine Glühlampe von 3—4 Kerzenstärken durch 12—18 Stunden mit Strom versehen. So speist der von der Berliner Accumulatorenfabrik verfertigte transportable Accumulator (Seite 654) bei einem Gewicht von etwa 3 Kgr. eine dreikerzige Grubenlampe durch 18 Stunden; um die Leuchtkraft zu erhöhen, ist hinter der Lampe ein Reflector angebracht. Die Lampe kann, ohne eine Entzündung schlagender Wetter befürchten zu müssen, in Räumen, die mit explosiblen Gasen gefüllt sind, ein- und ausgeschaltet werden, ja man kann sie sogar zertrümmern, ohne die Gase zur Explosion zu bringen. Eine eigens construirte Ladevorrichtung, mit deren Hilfe die Ladung ohne besondere Umstände und ohne Beschädigung der Lampe auch von ungeübten Arbeitern vorgenommen werden kann, erleichtert die Verwendung dieser Vorrichtung ganz bedeutend. Diese Einrichtung ermöglicht es, eine größere Anzahl solcher Grubenlampen innerhalb weniger Minuten und unbedingt richtig zur Ladung einzuschalten und ebenso rasch wieder zu trennen; zu diesem Zwecke werden unverwechselbare Stöpsel verwendet, die an biegsamen Leitungsschnüren befestigt sind, welche in Abständen, die den Dimensionen der Lampen entsprechen, an der Ladebühne herabhängen. Die Stöpsel passen in die an den Seiten der Lampe befindlichen Löcher, welche für den negativen und positiven Pol verschiedene Durchmesser besitzen, so daß eine falsche Schaltung, die die Zerstörung des Accumulators im Gefolge hätte, ausgeschlossen ist. Die Ladeeinrichtung, der Schalter und der eigentliche Accumulator befinden sich innerhalb des Gehäuses der Grubenlampe; durch Verwendung einer flachen Glühlampe wurde es ermöglicht, auch die Laterne, soweit es der Lichtkegel gestattet, zum größten Theile innerhalb des Kastens anzuordnen, so daß sie gegen das Zerbrechen ziemlich gesichert ist; außerdem umgiebt sie noch ein starkes Schutzglas und ein Drahtkreuz. Selbstverständlich ist der Accumulator vollkommen abgedichtet, so daß auch bei heftigen Bewegungen die Schwefelsäure nicht auslaufen kann.

Die Frage der gefahrlosen Beleuchtung der Gruben ist daher heute, dank Edison's Erfindung der Glühlampe, vollständig gelöst, und es ist zu hoffen und zu wünschen, daß diese Beleuchtungsart rascher als bisher in den Kohlengruben Eingang finden möge. Da aber in den letzten Jahren auch die Verwendung der Elektricität zur Kraftübertragung eine gewaltige Bedeutung für den Bergbau gewann — ein Umstand, den wir schon an einer früheren Stelle entsprechend hervorhoben und würdigten — so ist zu hoffen, daß gleichzeitig mit der Kraftübertragung auf elektrischem Wege auch die elektrische Beleuchtung bald allgemein in den Kohlengruben zur Einführung gelangen wird....

Auch Kohlensäure tritt stets in Kohlengruben auf, sie entsteht durch die fortwährend stattfindende langsame Oxydation der Kohle durch den Sauerstoff der Luft. Dieses Gas ist zwar nicht brennbar, und daher auch nicht explosiv, bei ungenügender Wetterführung kann es sich aber doch in solchen Mengen anhäufen, daß es die Athmung erschwert und dann zur Bildung der sogenannten »matten Wetter« Veranlassung giebt. In der Regel ist jedoch das Auftreten der Kohlensäure nur von untergeordneter Bedeutung, und sie wird durch geeignete und ausreichende Ventilation stets rasch entfernt. Daß dagegen bei der Explosion schlagender Wetter bedeutende Mengen dieses irrespirablen Gases entstehen, und den gefährlichen »Nachschwaden« bilden, haben wir schon erwähnt.

Eine weitere Gefahr in den Kohlengruben bildet auch der durch den Abbau entstehende Kohlenstaub. Dieser bleibt sehr lange in der Luft schweben und greift nicht nur die Athmungsorgane der Arbeiter stark an, sondern er vermag auch — und dies ist besonders wichtig — die Entzündbarkeit der Schlagwetter ganz wesentlich zu steigern. Ein seiner großen Verdünnung wegen noch nicht explosives Gemenge von Grubengas und Luft kann daher, wenn ihm Kohlenstaub beigemengt ist, schon zu einer Katastrophe Anlaß geben. Jede Explosion schlagender Wetter wirbelt aber selbst bedeutende Wolken von Kohlenstaub auf, und diese können ihrerseits wieder die Veranlassung geben, daß sich die Explosion nach einem zweiten Herde schlagender Wetter verpflanzt, so daß dann die Verheerung eine umso größere ist.

Gegen die Ansammlung und die Gefährlichkeit des Kohlenstaubes giebt es nur zwei Mittel: einerseits ausreichende Ventilation, andererseits die Benetzung des Staubes mit Wasser und die Verhinderung größerer Ansammlungen desselben.

Schlagende Wetter und Kohlenstaub sind aber nicht die einzigen Gefahren, welche den Kohlenbergbau bedrohen. Neben diesen können auch Grubenbrände ausbrechen, wobei die Kohle selbst in Brand geräth und der Brand immer größere und größere Dimensionen annimmt, gelingt es nicht, ihn rasch zu löschen oder einzudämmen. Es sind Fälle bekannt, wo solche Grubenbrände Jahrhunderte hindurch fortwütheten, ohne daß man ihrer Herr werden konnte, und große Kohlenflötze in Asche legten.

Die Entstehung von Grubenbränden kann verschiedene Ursachen haben. So kann der Leichtsinn eines Einzelnen großen Schaden anrichten, wenn beispielsweise durch unvorsichtige Hantirung mit der Grubenlampe die Zimmerung Feuer fängt, und dieses sich dann der Kohle mittheilt. Auch schlagende Wetter haben schon oft Anlaß zur Entstehung von Grubenbränden gegeben.

Grubenbrände können aber auch durch Selbstentzündung der Kohle entstehen. Letztere ist dadurch möglich, daß die Kohle stets aus der sie umgebenden Luft Sauerstoff aufnimmt und sich langsam oxydirt, dabei aber wird Wärme frei, und die Temperatur kann sich bis zur Entzündung steigern. Dazu kann aber auch der in der Kohle häufig vorkommende Schwefelkies Anlaß geben; dieser oxydirt sich langsam zu schwefelsaurem Eisen, wodurch ebenfalls die Temperatur wesentlich gesteigert wird und schließlich zur Entzündung führt.

Auch die sogenannten Erdbrände, das sind brennende Kohlenflötze, entstehen auf diese Weise, und bekannt ist der brennende Berg bei Dudweiler in der Pfalz, der schon seit mehr als 200 Jahren einem Vulcane gleicht, durch dessen Spalten und Risse der Rauch eines im Innern brennenden Steinkohlenflötzes zu Tage tritt. Natürlich ist ein solcher Erdbrand mit einer bedeutenden Wärmeentwickelung verbunden, und man hat auch daraus Nutzen gezogen, so beispielsweise in Planitz bei Zwickau und in Staffordshire, wo man Treibgärten oberhalb der brennenden Flötze anlegte.

Ist ein Grubenbrand ausgebrochen und erlangt man früh genug Kenntniß davon, so gelingt es gewöhnlich, des Brandes Herr zu werden, wenn die Bewetterung es erlaubt, sich dem Brandherde zu nähern. Hat der Brand jedoch schon größere Dimensionen angenommen, und kann man der Hitze, des Rauches und der entstehenden irrespirablen Gase wegen das Feuer mit seinem größten Gegner, dem Wasser, nicht mehr bekämpfen, so sucht man durch rasch aufgeworfene Dämme, durch Aufführung besonderer Brandmauern, überhaupt durch Isolirung des brennenden Bezirkes das Feuer einzuschränken und es an der Ausbreitung zu verhindern. Begreiflicherweise ist die Aufführung dieser Dämme und Mauern häufig mit großer Anstrengung und selbst Lebensgefahr für die Betheiligten verknüpft, denn es ist keine Kleinigkeit, der strahlenden Hitze ausgesetzt und vom Rauch umweht tapfer auszuhalten.

Interessant ist es, daß auch Georg Stephenson im Jahre 1814, als er noch Bremsmann an der Fördermaschine der Westmoor-Grube war, erfolgreich mit eingriff, einen solchen Grubenbrand, der durch schlagende Wetter entstanden war, zu bekämpfen. Er schaarte sechs der beherztesten Männer um sich und drang kühn gegen den Feuerherd vor. Mit Hilfe des glücklicherweise in der Grube vorhandenen Materiales wurde eine Mauer aufgeführt und der Brandherd hermetisch abgeschlossen. Allerdings erstickten dabei zwei seiner Gehilfen, »aber die Mauer stieg,« erzählt M. v. Weber, »schon deckte sie die Arbeitenden gegen die Hitze, und mehr und mehr wuchs die Oeffnung zu, aus der Stickgase und Gluth heraus-

fahren. Jetzt noch drei Steine, jetzt noch einer, geschlossen! In lautes schallendes Hurrah brachen die Todmatten aus, das, oben gehört, ein tausendfaches Echo im ganzen Dorfe fand.«

Außer der Abdämmung stehen zur Bekämpfung eines Grubenbrandes aber noch andere Mittel zur Verfügung, die dann zur Anwendung gelangen, wenn die Grube überhaupt nicht mehr betreten werden kann und der Brand schon sehr große Dimensionen angenommen hat. So schloß man in einzelnen Fällen die Gruben hermetisch ab, indem man über die Schachtöffnung Bohlen legte und auf diesen eine dicke Lehmschicht aufschüttete, das unterirdische Feuer mußte dann in Folge Mangel an Sauerstoff von selbst erlöschen. Natürlich währt es in einem solchen Falle Wochen und Monate, bis das Feuer erlischt und die Grube geöffnet werden kann, geschieht dies aber zu frühe, so lebt der Brand mit womöglich größerer Heftigkeit neuerlich wieder auf.

Mit Erfolg hat man auch das Mittel angewendet, durch den einziehenden Wetterschacht irrespirable Gase, Kohlensäure, die man durch Verbrennen von Coaks oder durch Brennen von Kalkstein gewann, einzuleiten, um dem Brande den zur Unterhaltung des Feuers unerläßlichen Sauerstoff zu entziehen. Sind aber alle diese Mittel fruchtlos, gelingt es nicht, den Brand mit luftdichten Dämmen zu umgeben, gelingt der hermetische Verschluß der Grube nicht, dann giebt es nur mehr ein Mittel, um des Brandes Herr zu werden, nämlich die vollständige Unterwassersetzung des gesammten Baues. Natürlich braucht es dann auch lange Zeit, bis das Wasser ausgepumpt und die Grube wieder in Stand gesetzt ist.

Zur Ausführung von Rettungsarbeiten nach schlagenden Wettern und zur Bekämpfung von Grubenbränden ist es häufig nöthig, in mit irrespirablen Gasen erfüllte Räume einzudringen, oder wenigstens ist dies sehr wünschenswerth und oft das Gelingen der Rettungsaction einzig und allein davon abhängig. Um dies nun zu ermöglichen, wurde eine Reihe von Apparaten construirt, welche den Aufenthalt in Räumen, welche mit irrespirablen Gasen erfüllt sind, ermöglichen sollen. Wir können drei Kategorien solcher Vorrichtungen unterscheiden.

Die einfachste Construction besteht darin, daß der Fahrende eine Maske vor das Gesicht nimmt, deren Mundöffnung ein nach innen gerichtetes Stück Schlauch trägt. Außen ist dieser Schlauch mit Absorptionsapparaten in Verbindung, in welchen Kohlensäure und Kohlenoxyd absorbirt werden, so daß also nur gereinigte Luft zur Athmung gelangt. Andere Apparate wieder sind nach Art der Taucheranzüge hergestellt; der Fahrende erhält einen dicht anschließenden, mit Glasfenstern versehenen kupfernen Helm und wird ihm die Luft durch einen Schlauch zugeführt. Soll mit einer solchen Vorrichtung auf weitere Strecken vorgedrungen werden, so ist es nöthig, die Luft mit Hilfe einer Pumpe nachzudrücken.

Bei diesen Apparaten ist jedoch die Beweglichkeit des Fahrenden sehr gehemmt, und auf weitere Strecken wird sie wegen des großen Gewichtes des nachzuschleppen-

den Schlauches unmöglich. Von diesem Nachtheile sind dagegen jene Apparate frei, welche entweder mit comprimirter Luft oder mit Sauerstoff unter gleichzeitiger Reinigung der schon einmal geathmeten Luft von Kohlensäure arbeiten.

So besteht der Gallibert'sche Rettungsapparat aus einem luftdichten Sacke, in welchem sich über 200 Liter Luft unter Druck befinden. Von diesem Sacke aus führt ein Schlauch zum Munde des Trägers und endet in einem besonders eingerichteten Mundstücke, durch welches die Luft austritt.



Der Gallibert'sche Rettungsapparat. Zu Seite 660.

Sehr genial ist der Schwann'sche Apparat erdacht. Hier trägt der Fahrende auf der Brust einen elastischen Behälter, welcher mit Luft unter gewöhnlicher Spannung gefüllt ist; er braucht nicht mehr Luft zu fassen, als zu einem oder zwei Athemzügen ausreicht. Von diesem Behälter führt ein Rohr zum Munde; in diesem befindet sich ein Ventil, welches sich bei der Einathmung öffnet. Die Luft gelangt nun in die Lunge und wird hier des größten Theiles des Sauerstoffes beraubt. Ausgeathmet wird ein Gemisch von sehr sauerstoffarmer Luft mit Kohlensäure. Dieses Gemisch gelangt durch ein zweites, mit einem sich nur beim Ausathmen öffnenden Ventile versehenes Rohr nach einem Behälter, den der Fahrende auf dem Rücken trägt. In diesem Behälter befindet sich Aetzkalk, welcher die Kohlensäure bindet. Gleichzeitig tritt aus einem kleinen, mit verdichtetem Sauerstoffe gefüllten Reservoir Sauerstoff zu der nun entkohlensäuerten Luft, und diese wird dadurch wieder tauglich zur Unterhaltung des Lebensprocesses. Sie gelangt wieder nach dem vorne befindlichen Reservoir, wird eingeathmet u. s. f., so daß sie fortwährend im Kreislaufe begriffen ist.

Der Sauerstoffverbrauch eines erwachsenen Menschen beträgt nur ungefähr 25 Liter pro Stunde, Schwann giebt seinem Apparate ungefähr 60 Liter Sauerstoff mit, so daß der Vorrath für mehr als zwei Stunden genügt. Dieser Apparat hat sich vortrefflich bewährt, und in der That ist auch hier das Problem des Aufenthaltes in mit irrespirablen Gasen erfüllten Räumen auf die einfachste Weise gelöst.

Wie wir sehen, steht man heute nicht mehr den schlagenden Wettern und den Grubenbränden machtlos gegenüber. Die Wissenschaft war vielmehr bestrebt, nach Kräften Abhilfe zu schaffen und Vorkehrungen zu treffen, welche die den Kohlenarbeiter umschwebenden Gefahren vermindern sollen. Daß trotzdem noch alljährlich eine namhafte Zahl von Opfern in den Kohlengruben zu verzeichnen ist, ist wohl im höchsten Grade zu beklagen, wird sich aber wohl kaum gänzlich vermeiden lassen. Denn: »so lange Menschen auf dem Meere herumfahren, werden Menschen ertrinken, und so lange die Menschen im Innern der Erde wühlen, werden Menschenleben geopfert werden müssen. Das ist ein Naturgesetz und der Kampf um's Dasein.«

In dem Zustande, in welchem die Steinkohle die Grube verläßt, wird sie nur in seltenen Fällen verwendet, vielmehr muß sie einer Aufbereitung unterzogen werden, welche in der Grube selbst beginnt. Dort findet nämlich schon eine theilweise Scheidung durch Handarbeit in Stückkohle, Schieferkohle und Kohlenklein statt, der dann obertags die eigentliche Aufbereitung, welche ausschließlich durch Maschinen vorgenommen wird, folgt.



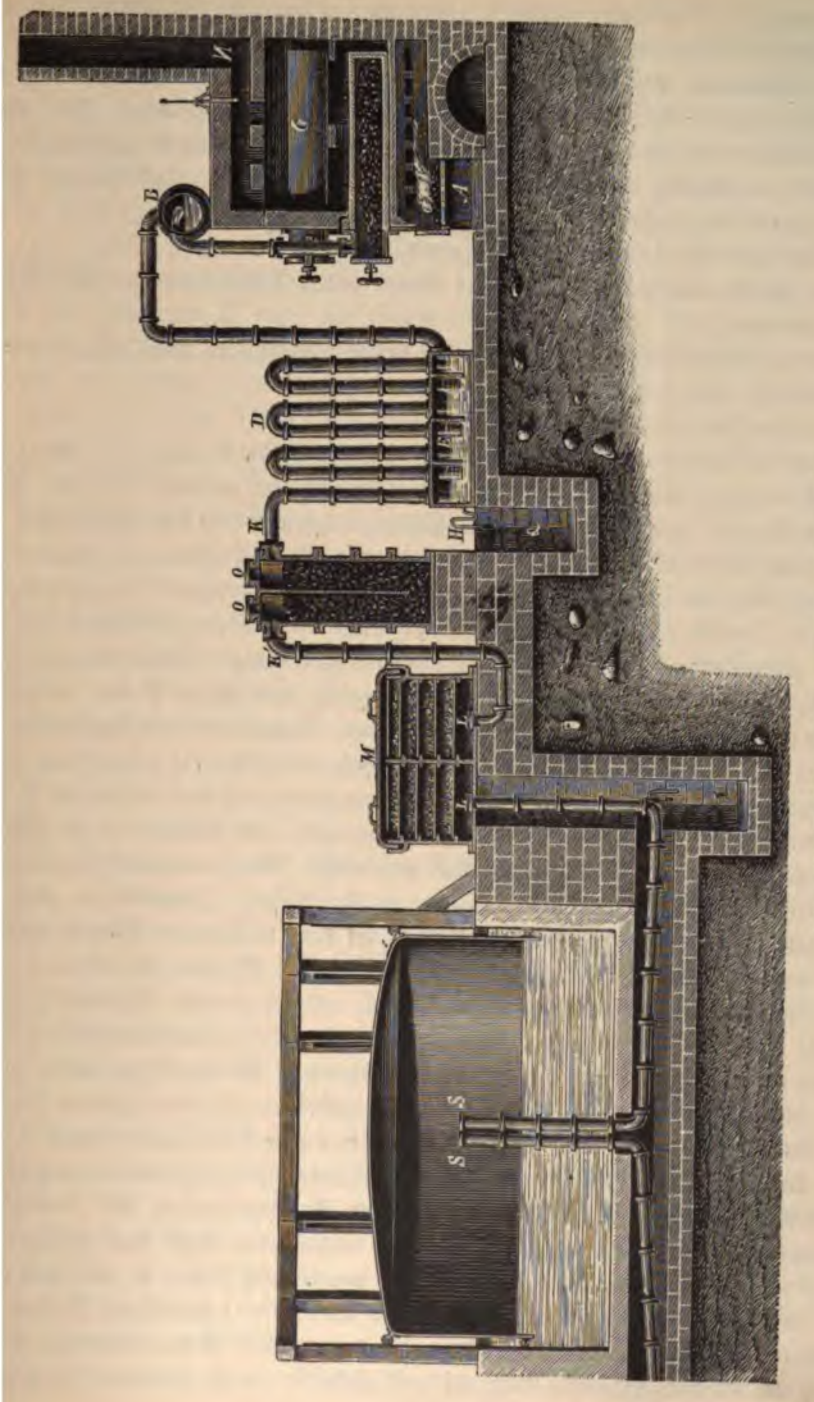
Förderhund. Zu Seite 661.

Die Aufbereitung geschieht auf trockenem oder auf nassem Wege. Im ersteren Falle gelangt die Kohle auf schwingende Roste, auf welchen sie in Stücke verschiedener Größe sortirt wird. Man erhält als Producte dieser Separation Würfelkohle, Nußkohle, Perlkohle und Staubkohle; die Würfelkohle, welche Stücke mit einem Durchmesser von 15—85 Mm. umfaßt, wird ebenfalls wieder in drei bis vier Größen sortirt. Die nasse Aufbereitung bezweckt eine nach Möglichkeit vollständige Trennung der Kohle von dem tauben Gestein, und wird besonders dann ausgeführt, wenn es sich um Gewinnung einer sehr gleichmäßigen und aschearmen Kohle handelt, wie dies zur Herstellung von Briquettes und zu ähnlichen Zwecken erforderlich ist. Hier gelangen Vorrichtungen zur Anwendung, welche jenen ganz ähnlich sind, die wir bei Besprechung der Aufbereitung der Erze kennen lernten, nämlich Setzmaschinen, Spitzkastengerinne, Schlammsümpfe u. s. f. Die einzelnen Vorrichtungen sind dann in großen Kohlenwäschen in solcher Weise angeordnet, daß die in Kippwagen vom Schachte kommende Kohle in ununterbrochener Reihenfolge die einzelnen Apparate passirt und dabei eine Sortirung erfährt, auch das erforderliche Wasser wird in einzelnen Fällen nach erfolgter Klärung immer wieder in den Betrieb zurückgeführt.

Die Steinkohle findet — außer zu Heizungszwecken — auch in der Technik mannigfache Anwendung. Wir erinnern nur an die enormen Mengen, welche in den Leuchtgasfabriken verarbeitet werden, wobei nebst Leuchtgas noch drei sehr werthvolle Nebenproducte gewonnen werden, nämlich Coaks, Ammoniakwasser (Gaswasser) und Theer. Daß besonders der letztere eine ungeahnte Bedeutung für die chemische Industrie erlangte, daß eigene Zweige der chemischen Großindustrie sich ausschließlich mit der Verarbeitung des Steinkohlentheeres befassen, ist bekannt. Auch das Kohlenklein und die Feinkohle, also Kohlentheile mit weniger als 8 Mm. Durchmesser, werden verwerthet, und zwar dienen sie zur Herstellung von Briquettes, welche in ganz ähnlicher Weise gewonnen werden, wie die schon besprochenen Preßsteine aus Braunkohle.

Die weitestgehende technische Verwerthung findet aber jedenfalls jene Steinkohle, die zur Leuchtgasfabrikation dient, denn diese Industrie ist heute in so vollkommener Weise durchgebildet, daß jedes Nebenproduct ausgenützt und verwendet wird. Aus diesem Grunde ist es wohl von allgemeinem Interesse, den Proceß der Gewinnung von Leuchtgas, der in den letzten Jahren manche bemerkenswerthe Vervollkommnung erfuhr, kurz zu besprechen.

Wird Kohle bei ungehindertem Luftzutritt erhitzt, so verbrennt sie bekanntlich, und die Producte dieser Verbrennung sind Kohlensäure und Wasser. Ganz andere Producte werden dagegen erhalten, wenn die Erhitzung bei Luftabschluß vorgenommen wird, wenn man also die Steinkohle trocken destillirt. Dann tritt eine große Anzahl der verschiedensten Verbindungen auf, die sich im Allgemeinen in vier Gruppen theilen lassen. Die erste Gruppe bilden die gasförmigen Stoffe, die wir unter der Bezeichnung Leuchtgas kennen; es ist dies durchaus keine einheitliche chemische Verbindung, sondern ein Gemisch von Gasen, die je nach der Beschaffenheit der Kohle in wechselndem Verhältnisse auftreten und auch verschiedene Eigenschaften besitzen. Man kann sie in Lichtgeber und in Lichtträger eintheilen; zu den ersteren gehören die kohlenstoffreichen Verbindungen, wie Acetylen und Aethylen, zu den letzteren jene Antheile, die nur mit schwach leuchtender Flamme verbrennen, wie Wasserstoff, Methan und Kohlenoxyd, dabei aber eine hohe Temperatur entwickeln. Die zweite Gruppe bildet das Gas- oder Ammoniakwasser, jener Antheil, der mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar ist. Das Gaswasser enthält kohlensaures und Schwefelammon, dann aber auch Chlor- und Cyanammon; es dient zur Gewinnung des Ammoniaks, das vielfache Anwendung findet. Die in ihrer Gesammtheit als »Theer« bezeichneten schwarzen öligen Massen, die mit Wasser nicht mischbar sind, bilden die dritte Gruppe. Der Theer ist ein Gemisch zahlreicher und noch durchaus nicht vollständig durchforschter und bekannter Körper; er enthält sowohl flüssige, als auch feste Kohlenwasserstoffe, dann Phenole und deren Aether, Körper basischer Natur, wie Pyridin, Anilin, Picolin 2c., und endlich Asphalt bildende Substanzen, Anthracen, Brandharze und Kohle. In jenen Anstalten, welche sich mit der Verarbeitung dieses für die Industrie so wichtigen Productes der trockenen



Schematische Darstellung eines Gaswerkes. Zu Seite 664.

Destillation der Steinkohle befassen, wird der Theer in eine Reihe der verschiedensten Kohlenwasserstoffe, in Carbolsäure und ähnliche Körper, in stickstoffhaltige Substanzen basischer Natur, die ihrerseits wieder zur Darstellung der herrlichen Theerfarbstoffe dienen, und endlich in Asphalt zerlegt. Die vierte Gruppe bildet der nach vollendeter Destillation in den Retorten hinterbleibende Rückstand, der Coaks, der 90—95 Procent Kohlenstoff und 5—10 Procent Asche enthält. Er wird zu Heizungszwecken verwendet.

Die Fabrikation des Leuchtgases zerfällt:

a) In die Darstellung des rohen Gases durch Destillation der Steinkohlen in den Retorten,

b) die Verdichtung oder Condensation der dampfförmigen Destillationsproducte im Condenser und Scrubber,

c) die Reinigung des Gases.

In der Abbildung auf Seite 663 ist schematisch die Anlage einer Gasfabrik vorgeführt. A ist die Feuerung des Retortenofens, in welchem fünf bis sieben thönerne Retorten C, einseitig geschlossene Cylinder, die von 100 Kgr. Kohle blos zur Hälfte angefüllt werden, eingesetzt sind. N ist die Esse des Ofens. An das vordere Ende der Retorten ist gasdicht und aus dem Ofen hervorragend ein gußeisernes Mundstück befestigt, welches nach oben zu einen röhrenförmigen Ansatz trägt, in welchen eine eiserne Röhre zur Fortleitung der gasförmigen Destillationsproducte eingesetzt wird. Vorne kann dieses Mundstück durch eine eiserne Platte verschlossen werden, welche zum Zwecke der Füllung (Laden, Chargiren) und Entleerung der Retorten abgehoben wird. Soll die Retorte entleert werden, so öffnet man diesen Deckel und entzündet sofort, um Explosionen zu vermeiden, das noch in der Retorte verbliebene Gas. Die Coaks werden herausgezogen und entweder noch glühend zur Heizung verwendet oder mit Wasser abgelöscht. Man verbraucht gewöhnlich die Hälfte der erzeugten Coaks zur Heizung der Oefen. Unmittelbar nach dem Chargiren und Verschließen der Retorten findet eine massenhafte Gasentwickelung statt, die sich allmählich verlangsamt und nach 3—4 Stunden ihr Ende erreicht. Durch die vertical stehenden Aufssteigröhren, die an das vordere Ende der Retorten angefügt sind, gelangen die Destillationsproducte in eine horizontalliegende, röhrenförmige, gewöhnlich eine ganze Ofenreihe verbindende Vorlage (Hydraulik), welche bei B im Querschnitte dargestellt ist. Hier verdichtet sich der schwerer flüchtige Theil der Dämpfe und fließt in condensirtem Zustande durch heberförmige Röhren in die dazu gehörigen Behälter ab. Die Aufsteigeröhren münden innerhalb der condensirten Flüssigkeit der Vorlage, um eine Communication des Gasraumes derselben mit dem Gasraume der Retorte zu verhindern. Das Gas gelangt aus der Hydraulik durch ein oben in dasselbe einmündendes Rohr in den Condenser oder Verdichtungsapparat, wo es gezwungen wird, ein weitläufiges System von Röhren (D) zu passiren. Das Gußeisen, aus dem diese Röhren bestehen, nimmt die Wärme der durchgehenden Gase auf und giebt sie an die Luft ab. Die Dämpfe

kühlen sich dabei so weit ab, daß sie sich zum größten Theile condensiren und in flüssigem Zustande sich in dem Behälter E ansammeln. Dieser ist durch senkrechte, nicht bis an den Boden reichende Scheidewände in mehrere Kammern getheilt. Das Gas, in die erste dieser Kammern eingetreten, kann nur durch den kürzeren Schenkel der ∩-förmigen Röhre entweichen und durch den längeren Schenkel, der unter der Flüssigkeit in E mündet, in die zweite Kammer gelangen. Von dieser nimmt es seinen Weg in die dritte bis in die letzte Kammer und gelangt dann, um noch gründlicher von den condensirbaren Antheilen befreit zu werden, in den Waschapparat oder Scrubber. Die sich in E ansammelnden Bestandtheile gelangen durch das Heberrohr H nach der Grube Q. Der in der Abbildung mit K K' bezeichnete Scrubber besteht aus einem Cylinder, der durch eine senkrechte, nicht bis auf den Boden reichende Scheidewand in zwei Theile getheilt ist, die man mit Coaksstücken füllt. Ueber diese rieselt fortwährend Wasser, und dieses nimmt noch einen Theil der im Gase vorhandenen verflüssigbaren Bestandtheile auf. Von K ab nimmt das Gas seinen Weg von oben nach unten, steigt in der zweiten Kammer des Scrubbers nach aufwärts und tritt bei K' in den Reiniger L L' M ein. Auf dieser Strecke ist auch ein Exhaustor eingeschaltet, dessen Zweck darin besteht, das Gas so rasch als möglich aus den Retorten zu saugen, so daß in diesen kein Ueberdruck herrscht, und es nach dem Reiniger und dem Gasbehälter zu pressen. Die rasche Fortschaffung des Gases aus der Retorte ist deshalb nöthig, da in Berührung mit der glühenden Retortenwandung das Acetylen, dem das Gas hauptsächlich seine Leuchtkraft verdankt, in nicht leuchtendes Methan und Kohlenstoff zerfällt, und zwar ist diese Zersetzung umso vollständiger, je länger das Gas mit den glühenden Retortenwandungen in Berührung bleibt; die Temperatur in der Retorte liegt zwischen 1100 und 1200°.

Im Reiniger wird das Gas über Schichten, bestehend aus feuchtem Eisenhydroxyd im Gemisch mit Sägespänen, welche nur den Zweck haben, die Oberfläche zu vergrößern, geleitet; das Eisenhydroxyd nimmt den im rohen Gase stets vorhandenen Schwefelwasserstoff auf, dann werden aber auch Ammonium- und Cyanverbindungen zurückgehalten. Letztere werden aus der Gasreinigungsmasse fabriksmäßig gewonnen.

Endlich gelangt das gereinigte Gas durch das Rohr L' nach dem Gasbehälter; es ist dies eine aus Eisenblech verfertigte Glocke, welche in Wasser taucht. Ist die Glocke leer, so sinkt sie so weit herab, daß sie auf dem Boden des Wasserbehälters aufruht; sie ist dann vollständig mit Wasser gefüllt. Tritt dagegen bei S Gas aus, so hebt dieses die Glocke, die zwischen Schienen an Rollen gleitet. Durch das zweite mit S bezeichnete Rohr wird endlich das Gas den Consumenten zugeführt, nachdem es noch einer Messung unterzogen wurde.

Die Kohlenmenge, welche jährlich zur Darstellung von Leuchtgas dient, ist eine ganz gewaltige, und trotzdem in neuester Zeit die Elektricität der Gasbeleuchtung bedeutende Concurrenz macht, erfährt der Kohlenverbrauch zu Zwecken der Leucht-

gasbereitung doch immer noch von Jahr zu Jahr eine Steigerung. Dies hängt damit zusammen, daß einerseits unser Lichtbedürfniß steigt, so daß wir nicht mehr so genügsam sind wie unsere Voreltern, die bei dem Lichte einer einzigen Talgkerze die anstrengendsten und die Augen sehr ermüdenden Arbeiten vornahmen, und daß andererseits das Gas selbst in kleinen Haushaltungen immer mehr zu Heizungszwecken herangezogen wird, wozu es sich auch trefflich eignet. Denn während die Kohlenfeuerung stets mit einer Rußabscheidung verbunden ist, und immer auch eine geraume Zeit verstreicht, bis der Herd oder Ofen die nöthige Temperatur annimmt, genügt bei der Gasfeuerung das Oeffnen eines Hahnes, um sofort eine rußfreie und die volle Heizkraft entfaltende Flamme zu erhalten. Schließlich haben in der letzten Zeit auch die Gasmotoren einen solchen Grad von Vollkommenheit erreicht, daß die Anwendung des Gases zum Betriebe von Arbeitsmaschinen eine immer allgemeinere wird. Es ist also ein weites, großes Gebiet, das die Steinkohle beherrscht; wohl bei keinem anderen Rohstoffe, der der Erde entstammt, ist aber auch eine so vielseitige Anwendung und Ausnützung möglich....

Die Kohlenmenge, welche auf der ganzen Erde pro Jahr verbraucht wird, ist im steten Zunehmen begriffen, und dementsprechend steigert sich auch die geförderte Menge von Jahr zu Jahr. Noch zu Beginn dieses Jahrhunderts war diese Menge recht unansehnlich. Die verschiedenen Erfindungen aber, welche dieses Jahrhundert zu verzeichnen hat, die fortschreitende Anwendung der Dampfmaschinen, die Entwickelung des Verkehrswesens, dann die Fortschritte im Hüttenwesen und nicht zuletzt die immer allgemeinere Benützung der Kohle als Brennmateriale in den Haushaltungen bewirkten, daß heute auf der ganzen Erde ein Kohlenquantum gefördert wird, welches wohl nur wenig unter 600 Millionen Tonnen beträgt. Um die enorme Größe dieser Zahl zu fassen, muß man sich erst vergegenwärtigen, daß eine Tonne 1000 Kgr. wiegt; zur Verfrachtung dieser 600.000,000.000 Kgr. wären 60 Millionen Eisenbahnwagen erforderlich, unter der Annahme, daß jeder derselben mit 10 Tonnen oder 10.000 Kgr. Kohle beladen wäre. Rechnen wir die Länge eines Waggons nur mit 5 Meter so würden diese 60 Millionen Eisenbahnwagen aneinandergeschoben eine Länge von 300.000 Km. besitzen. Der Erdäquator mißt 40.070 Km., der mit der innerhalb eines Jahres geförderten Steinkohle beladene Güterzug würde also mehr als siebenmal um den Aequator unserer Erde sich schlingen. Der Werth dieser Kohlenmenge wurde in runder Summe zu 3600 Millionen Mark berechnet.

Angesichts dieser gewaltigen Mengen hat man sich schon wiederholt mit der Frage beschäftigt, wie lange wohl die Kohlenvorräthe der Erde ausreichen werden, um den sich von Jahr zu Jahr steigernden Bedarf zu decken. Anfangs war man wohl geneigt, den Kohlenvorrath geradezu als unerschöpflich anzusehen. Als man jedoch mit dem Rechenstifte in der Hand die Thatsachen verfolgte, als man die Tiefe in Betracht zog, bis zu welchem es heute dem Menschen möglich ist, in das Erdinnere vorzudringen, kam man zu wesentlich anderen Resultaten. Bei solchen

Berechnungen ist nämlich auch zu berücksichtigen, daß nicht jedes Vorkommen von Kohle abbauwürdig ist und daß die Abbauwürdigkeit eines Lagers mit zunehmender Tiefe abnimmt, mit anderen Worten, daß ein nicht mächtiges Kohlenflötz, welches 100 Meter unter der Erdoberfläche liegt, wohl noch mit Aussicht auf Erfolg abgebaut werden kann, daß dieses aber durchaus nicht mehr der Fall sein wird, wenn dasselbe Flötz sich in einer Tiefe von 1000 Metern befindet.

Zuerst hat man in England, dessen enorme Kohlenproduction einen großen Einfluß auf den Reichthum und den Wohlstand des Landes ausübt, die Dauer der Kohlenvorräthe zu berechnen gesucht, ja es wurde sogar eine Parlamentscommission mit dieser Berechnung betraut. Diese Commission berechnete nun die bis auf eine Tiefe von 4000 englischen Fuß vorhandenen Kohlenvorräthe zu 146.480 Millionen Tonnen. Unter der Annahme einer gleichmäßigen Steigerung des Kohlenverbrauches ergiebt sich dann, daß dieser enorme Vorrath schon nach ungefähr 350 Jahren aufgezehrt sein wird. Selbst wenn der ganze Kohlenvorrath Mitteleuropas mit in Rechnung gezogen wird, ist das Resultat auch nicht viel erfreulicher, denn es wurde berechnet, daß dieser Vorrath im Jahre 2570, also in nicht ganz 700 Jahren, zur Erschöpfung gelangt. Auch die amerikanische Kohle dürfte kaum länger vorhalten, und selbst wenn wir die Grenze sehr weit ziehen, so müssen wir doch annehmen, daß in tausend Jahren die Steinkohle auf der Erde wohl nur mehr eine Rarität, die man in Museen verwahrt, sein wird.

Für uns Menschen — wenn wir nicht den rein egoistischen Standpunkt einnehmen und denken: Nach uns die Sintfluth! — besitzt aber die Frage, wann die vollständige Erschöpfung der Kohlenvorräthe der Erde eintreten wird, eigentlich eine geringere Bedeutung, als jene, was dann das Los des Menschengeschlechtes sein wird. Daß die Erschöpfung nur eine Frage der Zeit ist, steht fest, und es ist im Grunde genommen gleichgiltig, ob die Erschöpfung um 100 Jahre früher oder später eintreten wird. Ist dieser Zeitpunkt aber einmal gekommen, sollten dann all die Tausende von Dampfmaschinen stille stehen, sollten die Locomotiven verrosten und die modernen Riesendampfer nicht mehr den Ocean durchpflügen? Wir können und wir wollen dies nicht annehmen. Wohl ist unsere Cultur und sind all die epochalen Erfindungen des Jahrhunderts auf das Engste mit der Kohle verknüpft, aber die Erschöpfung der letzteren kann nie und nimmer die Menschheit um Jahrhunderte, ja Jahrtausende zurückwerfen. Gerade wie es dem Menschen gelungen ist, den Dampf unterthan zu machen, so dürfen wir auch für die Zukunft hoffen, daß es ihm gelingen wird, andere Naturkräfte in seine Dienste zu zwingen. Noch strahlt die Sonne täglich enorme Wärmemengen der Erde zu, die unbenützt bleiben, noch vollzieht sich das Spiel zwischen Ebbe und Fluth, ohne daß dieser gesetzmäßige Wechsel in der Höhe des Wasserstandes ausgenützt würde. Kommenden Geschlechtern bleibt es vorbehalten, diese Kraftsummen, und vielleicht noch andere, die wir kaum kennen, auszunützen. Und wenn dereinst das letzte Kohlenstück gefördert ist, wenn die letzte Kohlenzeche ihren Betrieb einstellt —

dann werden unsere Nachkommen nicht ihr Angesicht verhüllen und ihr Geschick beklagen. Nein! sie werden gewappnet dastehen und nun andere und vielleicht gewaltigere Kräfte zur Verfügung haben als wir. Und es wird vielleicht eine Zeit kommen, in der Erzählungen beginnen werden mit den Worten: »Es war einmal eine Zeit, da die Menschen noch nicht alle Kräfte der Natur kannten und die schwarze Kohle aus der Erde gruben. ...«



Kohlenarbeiterinnen in Le Creusot.

Anschließend an diese Darstellung der Gewinnung der fossilen Brennstoffe, welche wir mit voller Berechtigung als Kohlenstoff in mehr oder minder reiner Form betrachten können, wollen wir noch einer anderen Art des Vorkommens von Kohlenstoff gedenken. Es ist dies der Graphit.

Wie wir schon erwähnten, bildet der Kohlenstoff drei wesentlich von einander abweichende Modificationen, nämlich den Diamant, den amorphen Kohlenstoff und endlich den Graphit. In seinen Eigenschaften weicht aber der Graphit so vielfach vom Diamant und amorphem Kohlenstoffe ab, daß man sogar schon versucht hat, den Graphit als eigenes Element hinzustellen. Da aber der Graphit ebenso wie der amorphe Kohlenstoff und der Diamant bei der Verbrennung Kohlensäure liefert, und da es ferner möglich ist, aus dieser Kohlensäure — einerlei ob sie vom Graphit, Diamant oder amorphem Kohlenstoffe stammt — durch geeignete Behandlung wieder amorphen Kohlenstoff abzuscheiden, ist diese Annahme wohl hinfällig, und wir können mit vollem Rechte den Graphit als eine besondere Modification des Kohlenstoffes ansehen.

Auch die Entstehung des Graphites haben wir schon angedeutet. Alle Beobachtungen drängen darauf hin, und in jüngster Zeit wurde auch der positive Nachweis geliefert, daß der Graphit das Endglied aller jener complicirten Processe ist, welche wir als Carbonisirung kennen lernten. Braunkohle und Steinkohle, wie auch den Anthracit müssen wir daher als Zwischenglieder einer Kette betrachten, an deren Anfang die grüne Pflanze, an deren Ende aber der Graphit steht. Auch in dieser Form besitzt der Kohlenstoff hohe Bedeutung, und da ferner der Graphit ausschließlich bergmännisch gewonnen wird, müssen wir wohl auch seiner Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung einige Worte widmen.

Der Graphit kommt häufig als Begleiter der krystallinischen Schiefer in regelmäßigen Lagern und Nestern vor, sehr oft ist er jedoch nicht rein, sondern mit anderen unverbrennlichen Substanzen vermengt. Die Entdeckung des Graphites datirt aus dem Jahre 1540, und zwar wurden die ersten Gruben zu Borrowdale in der Grafschaft Cumberland in England eröffnet. Man stieß dort auf ein sehr reines Lager von Graphit, welches trotz der sehr ökonomischen Ausbeutung relativ bald erschöpft wurde. Die Besitzer suchten zwar durch alle Mittel einer Erschöpfung des Lagers und einer Ueberproduction vorzubeugen — so stand lange Jahre hindurch die Grube nur immer sechs Wochen pro Jahr in Betrieb, warf aber trotzdem jährlich einen nach tausenden Pfunden Sterling zählenden Nutzen ab — doch war endlich das Lager abgebaut und der Betrieb mußte eingestellt werden. Der dort geförderte Graphit war aber so rein, daß er keiner weiteren Behandlung bedurfte, es genügte, ihn in Streifen und diese in Stäbchen zu zerschneiden, um sie in einer Holzfassung sofort zum Schreiben gebrauchen zu können.

Einen großen Theil des Graphitbedarfes der Erde deckt jetzt Oesterreich, wo besonders in Mähren und Böhmen mächtige und sehr reine Graphitlager erschlossen wurden. Auch in Niederösterreich und Steiermark wird Graphit gewonnen, desgleichen in Kärnten. Deutschland besitzt reiche Graphitlager bei Passau, wo der Graphit neben Porzellanerde in der jüngeren Gneißformation angetroffen wird.

Sehr reich an Graphit ist ferner Californien; die wichtigste Fundstelle ist die Eurekagrube, in welcher Graphit aus einem 1300 Meter langen und 7 bis 10 Meter mächtigem Gange gewonnen wird. Dieser Graphit zeichnet sich durch besondere Reinheit aus, so daß die weitaus größte Menge nur in Blöcke geschnitten und so in den Handel gebracht wird.

Die reichsten Graphitlager befinden sich aber in Ostsibirien, ihre Entdeckung erfolgte im Jahre 1847 durch einen Kaufmann J. P. Alibert von Tawathus in Sibirien. Dieser kam, wie Stohman berichtet, auf einer Geschäftsreise in die dortige Gebirgsgegend, und zwar zum Theile in der Absicht, Gold zu suchen. Während er an den Ufern zahlreicher Flüsse den Sand durchforschte, stieß er zufällig in der Nähe von Irkutsk in einer Gebirgsschlucht auf Stücke reinen Graphites. Er erkannte den Werth und die Bedeutung dieses Minerales und stellte mit Hilfe der Eingeborenen genaue Untersuchungen an, welche denn

auch endlich nach großen Mühen zum Ziele führten. Alibert erkannte, daß in einem Zweige der Gebirgskette von Sajan auf der Höhe des Felsengebirges Batougol, in einer Erhebung von 2300 Meter über dem Meere und 400 Km. westlich von der Stadt Irkutsk, nahe der chinesischen Grenze, ein primitives Graphitlager vorhanden sein müsse. Er machte sich zunächst an die Arbeit, eine Mine anzulegen; nachdem er zuerst Massen schlechten Graphites und mehr als 300 Tonnen Granit weggeräumt hatte, öffnete sich ihm ein Lager von ausgezeichnetstem reinem Graphite, von welchem einzelne Stücke im Gewichte bis zu 40 Kgr. gewonnen wurden. Der Berg, welcher diesen Schatz enthält, wurde nach seinem Entdecker und Besitzer Alibertsberg genannt.

Der Weg zu diesen Graphitgruben, die im Gebiete der noch heidnischen Sojoten liegen, führt über weite und moorige Hochebenen, die gefürchteten Tundren, die sich allmählich immer mehr erheben. Anfänglich, in den niederen Regionen, tragen diese außer Moos und Flechten noch mancherlei Sträucher, welche die trostlose Ebene der Gegend weniger grell hervortreten lassen. Weiter hinauf aber, bei immer mehr abnehmender Luftwärme, vermag der kalte Moorboden keine höhere Vegetation hervorzubringen, nur spärliche Moose und Flechten fristen ihr kümmerliches Dasein. Ohne jeglichen hervorragenden Gegenstand, der dem Auge als Leiter dienen könnte, ist der Weg zum Bergwerke durch einzelne hölzerne Kreuze angedeutet. Endlich erreicht der Reisende eine Hütte, die ihm Unterkommen gewährt; von da führt ein nur klafterbreiter Weg durch Gehölz und Zirbelkiefer nach dem noch 12 Werst entfernten Graphitwerke.

Die Hauptader des Graphites hat eine Mächtigkeit von etwa 2 Meter. Zwischen Syenit und Granitgestein fällt sie fast senkrecht in die Tiefe, nach unten zu sowohl an Mächtigkeit wie an Güte des Materiales gewinnend. Außerdem sind noch mehrere andere Adern von geringerer Mächtigkeit vorhanden. Der aus letzteren geförderte Graphit zeigt, besonders in der Nähe des begleitenden Gesteines, einen muscheligen Bruch und perlmutterartigen Glanz, was ein Zeichen geringerer Güte ist. Syenit und Kalkspath werden als die besten Gangarten betrachtet, ihnen wird deshalb besonders nachgearbeitet, indem man das Gestein mit Pulver sprengt. Außer dem Vorkommen in zusammenhängenden Massen findet sich der Graphit auch in krystallinischen Kalksteinen eingesprengt und häufig von vorzüglicher Güte.

Die Masse des in den Hauptadern enthaltenen Graphites wird auf mehrere hunderttausend Pud (à 16·34 Kgr.) geschätzt. Ein großer Uebelstand ist nur die weite Entfernung von Europa und die Schwierigkeit des Transportes. Dieser kann nur im Winter geschehen, wenn der Frost die Moore tragfähig macht und der Schnee einen fahrbaren Weg geschaffen hat. Der Transport von der Grube bis nach Deutschland dauert annähernd ein halbes Jahr.

Der Graphit wird an Ort und Stelle nach seiner Güte sortirt, wobei man die geringere Schwere der Stücke und eine regelmäßige feinwellige Längsstreifung

elche an die Structur des Holzes erinnert, vorzugsweise berücksichtigt. — emäß eines im Jahre 1856 abgeschlossenen Vertrages wird die Gesammt-isbeute des Alibertberges auf alle Zeiten der Bleistiftfabrik von Faber in Nürn-rg geliefert, der die feinsten Sorten auf etwa 1700 Mark pro 50 Kgr. zu hen kommen.

Der Verbrauch an Graphit ist ein relativ geringer, so daß eine Erschöpfung r verschiedenen Vorkommen nicht so bald zu befürchten ist, umsomehr als wiß noch lange nicht alle Graphitvorkommen erschlossen sind. Es bleibt aber imerhin interessant, daß man auch im Stande ist, Graphit künstlich darzustellen, so dem Kohlenstoffe die den Graphit charakterisirende Krystallform zu ertheilen. o bildet sich Graphit bei der Reduction des Eisens in Berührung mit Kohle, obei das Eisen große Mengen von Kohlenstoff aufnimmt und beim Erkalten als raphit abscheidet.

Wir erwähnten, daß zu Cumberland Graphit von solcher Reinheit gefunden urde, daß er direct in Stücke geschnitten und verwendet werden konnte. Dieser erthvollen Eigenschaft entbehrt der heute geförderte Graphit vollständig, er muß her stets einer Aufbereitung und Raffination unterzogen werden. Zu diesem wecke wird der Graphit zunächst durch mechanisches Auslesen von aller Gangart ich Thunlichkeit befreit, und dann auf Kollergängen vermahlen, wobei Wasser treten gelassen wird. Man läßt dann die Trübe über ein System geneigter innen fließen, in welchen sich die gröberen Theilchen ablagern, während die inste suspendirt bleiben, diese finden dann Gelegenheit, in einem großen eservoir zu Boden zu sinken. Dieser Schlamm wird dann gesammelt und in lzernen Formen getrocknet, der minder feine Graphit aber nochmals ver-ahlen.

Auf diese Weise gelingt es aber nur, in größeren Stücken vorhandene fremde eimengungen zu beseitigen, solche Substanzen jedoch, welche gewissermaßen mit m Graphite verwachsen sind, wie Eisenoxyd und Silicate, müssen durch Behand-ng mit chemischen Agentien in Lösung gebracht werden.

Zu diesem Zwecke schmilzt man den Graphit zunächst mit Aetznatron oder mit oda und Schwefel, wodurch einerseits die Silicate unter Abscheidung von Kiesel-ure zersetzt, andererseits das Eisenoxyd in Schwefeleisen übergeführt wird. tzteres ist dann unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff in Salzsäure löslich; ill man auch die Kieselsäure entfernen, um einen nahezu aschenfreien Graphit zu halten, so gelingt dies in der Weise, daß man ihn mit Natronlauge auskocht, welcher die Kieselsäure löslich ist.

Der Graphit wird in der Technik zu verschiedenen Zwecken gebraucht. Die teste Anwendung fand er jedoch zur Herstellung von Bleistiften, und zwar schon rz nach Entdeckung des Lagers zu Cumberland. Die Erfindung, auch minder-erthige Sorten in der Weise zur Bleistiftfabrikation zu verwenden, daß der Graphit in gemahlen, mit Thon gemengt und gepreßt wird, datirt jedoch erst vom Jahre

1795 und wurde von Conte in Paris gemacht. Hardtmuth in Wien stellte im Jahre 1800 zuerst nach diesem Verfahren Bleistifte im Großen dar.

Außerdem findet der Graphit auch zur Herstellung von Schmelztiegeln, zum Poliren des Schießpulvers, in der Galvanoplastik, als Schmiermateriale, und die ordinärsten Sorten zum Anstrich von Eisentheilen und als Ofenschwärze Verwendung. Nicht nur in Form von Kohle, sondern auch als Graphit ist der Kohlenstoff daher eine höchst wichtige Substanz geworden.




Erdöl und Asphalt.



»Wenn es der Stand der heutigen Naphtha-industrie in jeder Weise erlaubt, ihr eine große Gegenwart zuzusprechen, so ist es auch gerechtfertigt, ihr eine noch größere Zukunft zu prophezeien, denn die Naphtha wird in Zukunft nicht nur als Leucht- und Brennmateriale eine wichtige Rolle spielen, sondern gewiß auch in der Farben- und Seifenindustrie Eingang finden.« Rischin.

Die Kohle haben wir als Ueberreste einer versunkenen Schöpfungsperiode kennen gelernt, und wir haben gesehen, daß ausschließlich Pflanzen das Materiale zu ihrer Entstehung lieferten. Auch das Erdöl ist organischen Ursprunges, jedoch ist es, worauf verschiedene Beobachtungen hinweisen, durch mannigfaltige Veränderungen und Zersetzungen entstanden, welchen die Körper animalischer Lebewesen anheimfielen.

Wie wir aber bei Besprechung der fossilen Brennstoffe nicht nur eine Kohle kennen lernten, sondern vielmehr sahen, daß von den heute noch in Bildung begriffenen Torfmooren bis hinunter zum Anthracit und Graphit eine geschlossene Kette der verschiedensten, aber untereinander im Zusammenhange stehenden Fossile auftritt, so treffen wir Aehnliches auch bei jener Gruppe, welcher das Erdöl angehört. Dieses bildet, je nach dem verschiedenen Vorkommen, eine Flüssigkeit von wechselndem Aussehen und Eigenschaften, das Erdwachs ist eine bald wachsweiche, bald aber sehr harte Substanz, und der Asphalt endlich stellt sich uns als feste Masse dar. Auch hier lassen sich scharfe Grenzen nicht ziehen, und zwischen Erdöl und Erdwachs bestehen ähnliche Uebergänge, wie wir sie zwischen Braunkohle und Steinkohle kennen gelernt haben.

Gleich der Kohle besitzt aber auch das Erdöl eine große Bedeutung für den Menschen. Während aber die Kohle doch schon seit geraumer Zeit bekannt war und, wenn auch Anfangs nur in beschränktem Maße, Verwendung fand, so treffen wir beim Erdöle auf andere Verhältnisse. Wohl war auch dieses schon den Alten bekannt, doch wußte man damit nichts anzufangen und erst vor 30—40 Jahren begann das Erdöl plötzlich einen hohen Werth zu erlangen: von dem Zeitpunkte ab, da man gelernt, aus dem der Erde entquellenden Rohöle Producte von mannigfacher Anwendbarkeit und bedeutender Brauchbarkeit darzustellen. Da wurde es dann aber auch mit einem Schlage anders, und als das berühmte pennsylvanische Erdölgebiet erschlossen war, als man die Möglichkeit erkannt, dort rasch und fast

mühelos reich zu werden, da stellte sich ebenfalls jener Zustand ein, der sich bei Auffindung reicher Golddistricte und Kohlenfelder zeigte: Alt und Jung befand sich in einem merkwürdigen Zustande der Erregung, wer nur immer konnte, begab sich nach dem Petroleumdistricte, um dort, womöglich über Nacht, ein reicher Mann zu werden; und das Petroleumfieber begann erst nachzulassen, die Kopflosigkeit, mit der man zuerst zu Werke ging, machte einer planmäßigen Ausbeutung erst dann Platz, als sich wenige, aber capitalskräftige Unternehmer eingefunden hatten und die Gewinnung und Verarbeitung des Erdöles nach rationellen Grundsätzen organisirten. . . .

Das Erdöl besitzt im ursprünglichen, nicht raffinirten Zustande eine dunkle, schwarzbraune oder rothbraune Färbung und ist leichter als Wasser, weshalb es auf letzterem schwimmt. Wenn wir solches Rohöl der Destillation unterwerfen, so sehen wir, daß es schon bei sehr niederer Temperatur, oft schon bei 40—60°, zu sieden beginnt, und eine farblose, leicht bewegliche und eigenthümlich riechende Flüssigkeit überdestillirt. Der Siedepunkt bleibt aber nicht constant, sondern er steigt langsam an, und die letzten flüchtigen Antheile gehen erst bei einer Temperatur von circa 400° über, und in dem Destillationsgefäße bleibt ein Rückstand, welcher eine pechähnliche oder kohlige Beschaffenheit besitzt. Dieser Versuch lehrt uns, daß das Erdöl nicht eine homogene Flüssigkeit ist, sondern daß wir es als ein Gemisch verschiedener Flüssigkeiten, in welchen nicht flüchtige Körper gelöst sind, ansehen müssen. Andere Untersuchungen haben dann gelehrt, daß das Erdöl fast ausschließlich aus den beiden Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff besteht; Sauerstoff ist — im Gegensatze zur Zusammensetzung der Kohle — nicht vorhanden.

Wir kennen eine sehr große Anzahl von Verbindungen, welche nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, und eine derselben haben wir schon besprochen, es ist dies das Grubengas oder Methan. Auch das Erdöl besteht fast ausschließlich aus solchen Kohlenwasserstoffen, welche sich von dem Methan nur durch einen Mehrgehalt von Kohlenstoff und Wasserstoff unterscheiden, wodurch allerdings wesentlich andere Eigenschaften bedingt sind. Alle diese im Erdöle vorkommenden Kohlenwasserstoffe bilden aber in ihrer Aufeinanderfolge, wenn wir sie dem Kohlenstoffgehalte nach ordnen, eine Reihe, in welcher sich jedes höhere Glied von dem nächst niederen durch einen Mehrgehalt von einem Kohlenstoffatom und zwei Wasserstoffatomen unterscheidet.

Das Methan (Grubengas) besitzt die Formel CH_4, d. h. es besteht aus einem Atom Kohlenstoff und vier Atomen Wasserstoff. Das nächste Glied dieser Reihe, welche man auch als jene der gesättigten oder Grenzkohlenwasserstoffe bezeichnet, enthält, wie gesagt, um ein Kohlenstoffatom und zwei Wasserstoffatome mehr, seine Formel lautet also C_2H_6. Die gleiche gesetzmäßige Zunahme zeigen alle folgenden Glieder, so daß man alle Angehörigen dieser Reihe durch die allgemeine Formel $CnH_2n + 2$ ausdrücken kann. Es gelang auf synthetischem Wege

eine große Anzahl der Glieder dieser Reihen darzustellen und ihre Eigenschaften zu erforschen.

Die Anfangsglieder dieser Reihe, bis zu jenen, welche vier Kohlenstoffatome enthalten, sind Gase, welche sich umso leichter verdichten lassen, je kohlenstoffreicher sie sind. Diesen folgen Verbindungen, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, ihr Siedepunkt liegt umso höher, je mehr Kohlenstoffatome sie enthalten. Die höheren Glieder endlich, etwa von $C_{16}H_{34}$ (Hexadecan) aufwärts, sind bei gewöhnlicher Temperatur fest.

Zahlreiche Glieder dieser Reihe betheiligen sich nun an der Zusammensetzung des Erdöles. Die endzündlichen Gase bestehen aus Aethan und Propan; Methan, das Anfangsglied, konnte nicht nachgewiesen werden. Ferner sind vorhanden Butan, Pentan, Hexan, Heptan und Octan, außerdem aber auch noch einzelne höhere Glieder. Nicht jedes Erdöl besteht aber aus allen diesen Verbindungen, und in der Regel herrschen einzelne derselben, so besonders Pentan und Hexan, bedeutend vor.

Es sind aber auch Erdöle bekannt, so die in Kaukasien und Galizien gewonnenen, welche nicht aus Verbindungen der Reihe C_nH_{2n+2}, sondern aus Gliedern einer anderen Reihe, welche nach der allgemeinen Formel C_nH_{2n} zusammengesetzt ist, bestehen. Die Glieder dieser Reihe heißen Olefine, die Reihe selbst Aethylenreihe; sie ist dadurch gekennzeichnet, daß stets doppelt so viele Wasserstoffatome als Kohlenstoffatome vorhanden sind. Einige Glieder dieser Reihe sind:

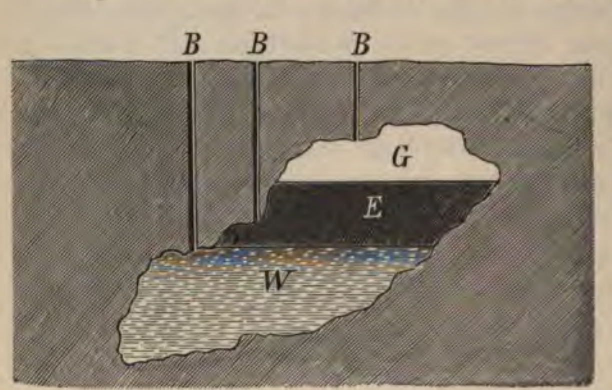
Aethylen . . .	C_2H_4	Hexylen . . .	C_6H_{12}
Propylen . .	C_3H_6	Dodecylen . .	$C_{12}H_{24}$
Butylen . . .	C_4H_8	Eicosylen . .	$C_{20}H_{40}$
Amylen . . .	C_5H_{10}	Melen . . .	$C_{30}H_{60}$

u. s. f.

Gewöhnlich kommt das Erdöl in Hohlräumen eingeschlossen vor, und zwar in Gemeinschaft mit gasförmigen Kohlenwasserstoffen, welche sehr stark zusammengepreßt sind. In der Regel führen solche Hohlräume auch Wasser, und dann nimmt naturgemäß das Wasser die tiefste, das Gas die höchste Stelle ein, während das Erdöl auf dem Wasser schwimmt. Liegt nun ein solcher Hohlraum mit seiner größten Ausdehnung schräg zur Erdoberfläche, und wird ein Bohrloch niedergetrieben, so ist sowohl der Fall denkbar, daß die Erdölschicht, als auch die Gas- oder die Wasserschicht getroffen wird. Im ersteren Falle wird durch den Druck der Gasmassen das Erdöl, im letzteren das Wasser zunächst und dann erst das Erdöl emporgetrieben, trifft das Bohrloch aber nur das Gas, so entweicht dieses mit großer Gewalt, und diesem Umstande verdanken die Gasbrunnen in den Petroleumgebieten ihre Entstehung. Ein Theil dieser Gase bleibt aber auch im Erdöle gelöst und entweicht langsam bei gewöhnlicher, rascher bei höherer Temperatur, und dadurch ist die gewöhnlich sehr niedere Entflammbarkeit des Rohöles bedingt.

Hinsichtlich seines Vorkommens ist das Erdöl an keine bestimmte geologische Formation gebunden, doch ist es auf der Erde sehr verbreitet und wird deshalb auch an zahlreichen Punkten in größerer oder geringerer Menge gewonnen. Man findet es in sehr alten Formationen, wie in Amerika, im nördlichen Deutschland dagegen tritt es in jungen Formationen auf. Wir sehen also, daß es darin ein ganz verschiedenes Verhalten gegenüber der Steinkohle zeigt, und dieser Unterschied ist umso größer, da sich auch nirgends eine eigentliche »Petroleumschichte« erkennen läßt. Vielmehr erfüllt das Erdöl die vorhandenen Höhlen und Klüfte des Erdinnern, füllt die Poren von Sandlagen aus und durchsetzt auch lockere Gesteine. Damit hängt es auch zusammen, daß selbst auf Gebieten von relativ sehr kleinem Umkreise das Erdöl durchaus nicht stets in der gleichen Tiefe erbohrt wird.

Das Vorhandensein von Erdöl giebt sich auf sehr verschiedene Weise zu erkennen. So verräth es sich durch Ausströmungen brennbarer Gase, es bricht selbst aus der Erde hervor, oder Wasserläufe und stehende Gewässer zeigen an der Oberfläche Ansammlungen von Erdöl, oder, falls dieses nur in geringer Menge auftritt, in allen Farben des Regenbogens schillernde Häutchen. An solchen Orten ist auch stets ein eigenthümlicher, aromatischer Geruch zu bemerken, und da alle diese Anzeichen leicht wahrnehmbar und auffällig sind, ist es begreiflich, daß das Erdöl schon im Alterthume bekannt war.



Erdöllager im Durchschnitt. W Wasser, E Erdöl, G Gas, B Bohrlöcher.
Zu Seite 677.

Als die Juden nach Persien gelangten, fanden sie dort Gruben vor, in welchen sich Erdöl ansammelte. Dieses zündeten die Priester an und verrichteten bei diesen »heiligen Feuern« ihre gottesdienstlichen Handlungen. Begreiflicherweise galten diese Orte, an denen sich die Natur — oder die Gottheit — in solch auffälliger Weise offenbarte, als geheiligt, sie wurden Vergebungs- oder Versöhnungsorte, nephtar oder naphtoi genannt, und von dieser Benennung stammt der noch heute gebräuchliche Ausdruck »Naphtha« ab.

Auch die alten Aegypter kannten das Erdöl, sie verwendeten es zur Einbalsamirung, benützten auch den Asphalt, und mit großer Wahrscheinlichkeit können wir schließen, daß es dort, wo es in größeren Mengen gewonnen werden konnte, auch als Lichtspender diente.

Jedenfalls diente aber schon in sehr früher Zeit das Erdöl diesem Zwecke, denn sowohl Dioskorides als auch Plinius erwähnen in ihren Schriften das zu

Agrigentum gewonnene Erdöl, welches »sicilisches Oel« hieß und zur Speisung der Lampen verwendet wurde.

Es ist begreiflich, daß, als man einmal die Eignung des Erdöles zu diesem Zwecke erkannt hatte, es dauernd Anwendung fand, daß es also überall dort, wo es zur Verfügung stand, zu Beleuchtungszwecken diente. So wird berichtet, daß am Ende des vergangenen Jahrhunderts das in der Nähe von Parma hervorquellende Erdöl zur Beleuchtung einiger italienischer Städte verwendet wurde, und besonders Genua machte ausgedehnten Gebrauch von dieser nützlichen Gabe der Natur.

Der Erwähnung werth ist schließlich noch der Umstand, daß im Mittelalter das Erdöl auch als Arzneimittel hoch im Ansehen stand, wie denn zu jener Zeit überhaupt fast jeder in der Natur vorkommende Körper als Medicament benützt wurde und umso größere Heilwirkung zugeschrieben erhielt, je widerlicher er zu genießen war. Das am Tegernsee in Bayern gewonnene Erdöl bildete lange Zeit als St. Quirinusöl einen unerläßlichen Bestandtheil vieler medicinischer Präparate, und seine heilkräftige Wirkung — wie überhaupt jene des Erdöles — dürfte von dem Umstande abgeleitet worden sein, daß es in der Regel als kräftiges Vomitiv wirkt.

Die Wiege der heute so großartigen Erdölindustrie stand in den westlichen Theilen der Vereinigten Staaten. Allerdings kann man nicht von einer Entdeckung dieser Petroleumquellen sprechen, denn wie wir schon zeigten, ist das Erdöl ein Körper, der seit den ältesten Zeiten bekannt war, doch begann man zuerst in Amerika das Erdöl auf rationelle Weise zu gewinnen und zu reinigen, und unter den Erdölproductionsgebieten nimmt Nordamerika heute noch die erste Stelle ein.

Der große Aufschwung, den die amerikanische Petroleumindustrie nahm, datirt aber erst vom Jahre 1859, und auch diese Entdeckung ist mehr oder minder einem Zufall zu verdanken. Als man nämlich bei Titusville in Pennsylvanien einen artesischen Brunnen zu graben versuchte, erbohrte man bei 22 Meter Tiefe eine Oelquelle, welche täglich 1000 Gallons, also ungefähr 4000 Liter Petroleum lieferte. Wohl versiegte diese reiche Quelle nach einigen Monaten, doch hatte ihre Auffindung genügt, um das Herbeiströmen großer Menschenmassen zu veranlassen, welche, dem »Oelfieber« verfallen, nun eifrig bestrebt waren, neue Quellen zu erschließen. An allen Stellen wurden Bohrungen vorgenommen, und im Jahre 1860 ragten schon gegen 2000 Bohrthürme empor. Freilich war nicht Allen das Glück in gleicher Weise günstig, und während die einen nach wenigen Metern schon ergiebige Quellen erschlossen, mußten Andere hundert und mehr Meter bohren, ehe sich ihnen das Erdöl zeigte. Andere wieder verwendeten all ihr Hab und Gut, trotz fortgesetzter Bohrungen gelang es ihnen nicht, die ersehnte Naphtha zu erreichen, und als Bettler mußten sie die Stelle verlassen, von der sie sich ungemessene Reichthümer erhofft. Es hängt dies mit dem sehr unregelmäßigen Vorkommen des Erdöles zusammen, das, wie wir schon sagten, auf räumlich engbegrenzten Gebieten sich in sehr verschiedener Tiefe vorfindet. Interessant ist es aber, daß wir hier ganz

die gleichen Erscheinungen wahrnehmen können, welche nach Erschließung der californischen und der australischen Goldlager und in jüngster Zeit abermals am Klondyke auftraten: das Zuströmen ungezählter Menschen, das mitunter geradezu planlose Wühlen in der Erde, auf der einen Seite über Nacht erblühender Reichthum, auf der anderen tiefstes Elend und — Hunger. Denn es ist begreiflich, daß an allen solchen Stellen und bei solchen Gelegenheiten die Preise der Lebensmittel, der Werkzeuge und auch der Hilfskräfte ungeahnt in die Höhe gehen, daß sich die bestialische Natur des Menschen so recht darthut, daß Mord und Todschlag auf



Pumpenstation. Zu Seite 683.

der Tagesordnung stehen und daß überhaupt alle Bande der gesellschaftlichen Ordnung gelockert werden.

Auch in Pennsylvanien traten ähnliche Verhältnisse auf. Geradezu planlos wurde gebohrt, die Erschließung eines Petroleumlagers war die Hauptsache, und nur wenige waren so weitblickend, sich die Frage vorzulegen, wohin mit dem Erdöle, wenn thatsächlich eine reiche Quelle angetroffen wird. Da kam es denn häufig vor, daß thatsächlich reiche Vorkommen erschlossen wurden; das in der Tiefe unter bedeutendem Drucke stehende Erdöl schoß als gewaltiger Springstrahl in die Höhe, es fehlten aber die Fässer, um es einzufangen und zu transportiren. Dann überströmte das braune mißfarbige Naß die ganze Umgebung, die der Erde entweichenden Gase und die Naphtha entzündeten sich durch Zufall oder wurden

von Neidern in Brand gesteckt, die Flammen ergriffen alle Wohnungen, zerstörten die Bohrthürme und vernichteten oft binnen wenigen Stunden die Arbeit von Wochen und Monaten. Ja es ereignete sich selbst der Fall, daß das Erdöl, welches sich ungehindert in einen Fluß ergoß und auf der Oberfläche des Wassers schwamm, entzündet wurde, und nun verbreitete sich der Brand ungehindert flußabwärts, ohne daß es möglich gewesen wäre, der Flammen Herr zu werden....



Petroleumbrunnen bei Baku. Zu Seite 685.

Der eminent praktische Sinn der Amerikaner hat aber hier bald Wandel geschaffen. Durch die Anlage von Kunststraßen und Eisenbahnen wurde das Anfangs geradezu in einer unwirthlichen Wildniß gelegene Petroleumgebiet dem Verkehre näher gerückt, man sorgte für geeignete Transportmittel, baute Canäle und Schiffe, deren Inneres ein einziges großes Reservoir bildete, um die Naphtha zu verfrachten. Und der Segen blieb nicht aus. An jenen Orten, wo sich ursprünglich nur Abenteurer und Menschen eingefunden hatten, die nichts verlieren, sondern nur gewinnen konnten, erstanden blühende Städte, deren Umfang und Einwohnerzahl rasch wuchs, man verbesserte die Vorrichtungen zur Erbohrung des Erdöles und man suchte durch alle Mittel die Gewinnung so rationell als nur möglich zu gestalten.

Ja man ging sogar so weit, daß man sich nicht auf den Transport des Erdöles in Fässern und Schiffen beschränkte, da diese Transportmittel immerhin



Naphthafontäne. Zu Seite 683.

kostspielig sind und nur langsam arbeiten. Man legte vielmehr mit großer Sor- falt lange Rohrleitungen aus innig miteinander verbundenen Röhren an, du- welche das Erdöl von der Gewinnungsstätte direct nach den Raffinerien und v- diesen wieder nach den Hafenplätzen geleitet werden konnte, wo es direct in

ervoirschiffe fließt. Natürlich war es nur in wenigen Fällen möglich, diese
rstränge in solcher Weise zu führen, daß das Erdöl sich darin, dem vorhandenen
älle folgend, bewegen konnte. Häufig waren Anhöhen zu überwinden und



Gruppe von Bohrthürmen in Balachani (Transkaukasien). Zu Seite 685.

n wurde das Erdöl mittelst gewaltiger Pumpen durch die Rohrstränge, die
n natürlich besonders solid gearbeitet sein müssen, gepreßt. Bei größeren
igungen wird, um nicht einen gar zu gewaltigen Druck anwenden zu müssen,
Weg eingeschlagen, daß man Zwischenstationen errichtet, in welchen das Erdöl
roßen Reservoiren aufgespeichert wird. In deren Nähe befinden sich abermals

große Pumpstationen, welche das Erdöl weiter befördern, bis es endlich am Orte seiner Bestimmung anlangt.

Die Gewinnung des Erdöles erfolgte Anfangs in der Weise, daß man Schachte — artesische Brunnen — bis auf die ölführenden Schichten niedertrieb und nun das sich ansammelnde Erdöl ausschöpfte, durch Pumpen hob oder, wenn es unter großem Drucke stand, in den Schächten emporsteigen ließ und oben abfing. Diese Art der Gewinnung erwies sich jedoch bald als zu theuer und zu umständlich, sie wurde daher ganz verlassen, und es gelangten ausschließlich die verschiedenen Methoden der Erdbohrung in Anwendung, welche wir schon in einem früheren Abschnitte eingehend besprochen haben. In der Mehrzahl der Fälle wurde blos mit dem Seile gebohrt, und gerade diese Bohrmethode fand in Pennsylvanien die größte Ausbildung und bewährte sich auch trefflich, da die Schichten sehr regelmäßig gelagert sind und es zu den Seltenheiten gehört, daß sich größere Hindernisse, wie harte Gesteinsblöcke, dem Bohrer in den Weg stellen. Vielmehr sind gewöhnlich nur relativ weiche Sandsteine zu durchfahren.

Wir erwähnten, daß es häufig geschieht, daß das Erdöl aus dem Bohrloche als gewaltiger, oft 30 Meter hoher Springstrahl emporschießt, dies ist jedoch einzig und allein von dem Drucke abhängig, unter welchem die auf dem Erdöle lastenden Gase stehen. In dem Maße jedoch, als dieser Druck sich vermindert, nimmt auch die Intensität ab, mit der das Erdöl emporgedrückt wird. Kommt endlich jener Punkt, an welchem der Gasdruck nicht mehr genügt, das Erdöl zu heben, so werden Pumpen in das Bohrloch eingeführt und mit deren Hilfe das Erdöl zu Tage gefördert. Um vor jeder Störung im Betriebe nach Möglichkeit gesichert zu sein, kommen häufig Pumpen zur Anwendung, bei welchen die Ventile durch das Pumpengestänge selbst bewegt werden, so daß eine Verstopfung derselben durch Sand nicht wahrscheinlich ist.

Selbst wenn aber endlich eine Petroleumquelle erschöpft ist, giebt man das Bohrloch noch nicht auf, sondern man wendet, um es wieder ergiebig zu machen, einen Vorgang an, welcher als »Torpedirung« bezeichnet wird. Zu diesem Zwecke wird nämlich eine Dynamitpatrone bis auf die tiefste Stelle des Bohrloches versenkt und dort zur Explosion gebracht. Die Explosion bewirkt dann oft, daß trennende Scheidewände einstürzen und andere mit Erdöl gefüllte Hohlräume mit dem erbohrten, aber schon erschöpften in Verbindung treten und dann aus dem Brunnen neuerdings Petroleum gewonnen werden kann.

Die Ergiebigkeit einer Petroleumquelle ist natürlich sehr verschieden und hängt in erster Linie von der Menge des in den Hohlräumen angesammelten Erdöles ab. Es sind Fälle bekannt, wo einzelne Brunnen Jahre hindurch ergiebig waren, doch kommt es begreiflicherweise auch vor, daß ein Anfangs sehr reichlich fließendes Bohrloch schon nach ganz kurzer Zeit versiegt.

Das zweitgrößte Petroleumgebiet Amerikas ist Canada, wenn es auch an Productivität lange nicht an Pennsylvanien heranreicht. Die Entdeckung dieses

Erdöldistrictes datirt aus dem Jahre 1862, und John Shaw wurde durch den ersten von ihm erbohrten Petroleumbrunnen bei Victoria im Stadtgebiete Enneskille binnen kurzer Zeit ein reicher und angesehener Mann. Die unersättliche Gier nach Geld ließ ihn aber auch nicht ruhen, sein Ehrgeiz war mächtig aufgestachelt, und so suchte er denn fortwährend neue Lager zu erschließen. Er verunglückte aber schon im Jahre 1863, als er anläßlich einer Untersuchung in den ersten, so sehr ergiebigen Brunnen hinabstieg, dem er seinen Reichthum verdankte.

Californien, die von der Natur so reichlich bedachte Halbinsel im westlichen Theile der Vereinigten Staaten, besitzt mit Bezug auf das Erdölvorkommen nur untergeordnete Bedeutung, wenn es auch ursprünglich den Anschein hatte, als sollte dort die Petroleumindustrie zur selben Blüthe gelangen, wie in Pennsylvanien.

Das wichtigste Petroleumgebiet nach Nordamerika ist entschieden der Kaukasus, dessen bedeutendste Districte sich in der Nähe von Tiflis und auf der Halbinsel Apscheron unweit Baku befinden. Am vollkommensten ausgebildet ist aber wohl die Petroleumindustrie an letzterer Stelle, wo die Naphtha in gewaltiger Menge in vier Gewinnungscentren — Kalachani, Surachani, Romani und Bibi-Eybad — gefördert und in der »schwarzen Stadt« bei Baku in etwa 200 Fabriken verarbeitet wird, um sodann in Form von Petroleum, Schmieröl und Masut, d. i. flüssiges Brennmateriale, über Batum oder Astrachan in die ganze Welt versendet zu werden. Auf der Halbinsel Apscheron wurden in den letzten 10 Jahren gegen 500 Millionen metrische Centner Naphtha gefördert.

Auch hier erfolgt die Gewinnung der Naphtha durch Bohrung, da man schon seit vielen Jahren den höchst unrationellen Schachtbetrieb vollständig verlassen hat. Nicht selten kommt es vor, daß die Naphtha unter enormem Druck als Fontäne emporgeschleudert wird, wobei sie oft die ganze Umgebung auf mehrere Kilometer im Umkreise verwüstet, wenn es nicht gelingt, den Naphthastrahl schon bei Zeiten zu bändigen. So berichtet Rischin, daß er im Jahre 1896 auf dem Naphthaterrain von Bibi-Eybad eine Naphthaquelle schlagen sah, welche täglich 120.000 Doppelcentner Naphtha lieferte. Bricht eine Fontäne mit solcher Ergiebigkeit unerwartet aus, so ist guter Rath theuer, und es wird die Umgebung total verwüstet, ja der glückliche Quellenbesitzer kann sogar, statt Millionen zu verdienen, zum Bettler werden, solch bedeutende Summe hat er dann als Ersatz für den Schaden an seine Nachbarn zu entrichten.

Nicht selten ereignet es sich auch, daß aus irgend einem Grunde eine solche Naphthafontäne in Brand geräth, und Rischin hatte Gelegenheit, Zeuge des Brandes einer Rothschild'schen Fontäne zu sein. Man denke sich eine mannsdicke Feuersäule etwa 200 Meter hoch in die Luft emporschießen, dabei ein donnerähnliches Geräusch verursachend! An ein Löschen ist in einem solchen Falle nicht zu denken, denn näher als auf 300—400 Meter kann der Hitze wegen kein Mensch gelangen. Die erwähnte Fontäne brannte zehn Tage und zehn Nächte, bis sie endlich von selbst erlosch.

Auch hier kommen als Begleiter des Erdöles brennbare Gase vor, welche dann zu mannigfaltigen Zwecken, so zur Beleuchtung und zur Beheizung verwendet werden, wie dies im großartigsten Maßstabe im Petroleumgebiet zu Pennsylvanien



Brand einer Rothschild'schen Fontäne in Bibi-Eybad. Zu Seite 685.

der Fall ist. Dort werden ganze Städte mit solchem Gase versorgt und es vertritt vielfach jedes andere Brennmateriale.

Das Gebiet von Baku ist aber nicht nur seines Naphthareichthumes wegen, sondern auch noch durch andere Naturerscheinungen bemerkenswerth. So ist das

brennende Feld (Asjur Meisjan) in der Nähe von Baku eine mit weißem Sande und braunem Staube bedeckte Vertiefung, die von Spalten durchzogen wird, in welchen sich Schwefelkrystalle ansetzen. An einzelnen Stellen schlagen Flammen, herrührend von brennenden Gasen, aus dem Boden, an anderen Stellen wieder entweichen zischende Dämpfe, auch sind zahlreiche Thonsprudel vorhanden; es sind dies thurmartig geformte Thonberge bis zu 12 Meter Höhe, welche mit viel Wasser untermischten Thon auswerfen. Der »kochende See« wirft ebenfalls erdigen und naphthahaltigen Schlamm aus, der sich zu Hügeln aufthürmt; das Wasser dieses Sees wird als sehr heilkräftig bezeichnet.

Die außerordentlichste Erscheinung dieser Gegend sind aber — wie Ceyp schildert — die eigenthümlichen Lichterscheinungen über dem Boden und dem benachbarten Meere, sie dürften durch Selbstentzündung der Erdölgase entstehen. Sie sind am häufigsten und stärksten, wenn die Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt ist, dann steigt das Licht nicht selten bis zur Wolkenregion empor. Die Felder von Baku scheinen dann in vollen Flammen zu stehen, und oft gerathen diese Feuermassen, die übrigens nicht zünden und auch keine Wärme abgeben sollen, wie Irrlichter in Bewegung und ziehen über die weiten Flächen hin, so daß in den Karawanenlagern Menschen und Thiere von nicht geringem Schrecken erfüllt werden.

Das »brennende Feld« bei Baku galt im Alterthume als einer der berühmtesten Ateshgah, d. i. Gnadenorte der Guebern oder Parsen, zu welchem vor der blutigen Verfolgung durch Schah Abbas von Persien jährlich viele Tausende Pilger zogen. Die Parsen sind Anhänger der Lehren Zoroaster's, welcher lehrte, das Licht (Ormuzd) und die Finsterniß (Ahriman), also das gute und das böse Prinzip, als die Ursache aller Dinge anzusehen. Und das Licht verehrten sie in dem Feuer, welches ihre Priester, die Magier, in den Tempeln dauernd unterhalten mußten.

Die wenigen noch vorhandenen Anhänger dieser Religion wohnen jetzt noch im südlichen Persien, an der Küste von Malabar, in Bombay und an den Ufern des heiligen Ganges. Um das Ateshgah bei Baku, welches vier Stunden von dieser Stadt entfernt ist, lassen sich von Zeit zu Zeit einzelne Guebern nieder, welche ihr Leben mit der Anbetung des heiligen Feuers und mit Bußübungen verbringen, und sich fünf bis zehn Jahre hier aufhalten, je nachdem sie bei ihren Stammes- und Glaubensgenossen mehr oder weniger den Ruf der Heiligkeit zu erlangen wünschen. Dieses Ateshgah ist ein von Mauern umschlossenes Viereck, in dessen Mitte sich ein Altar erhebt, zu welchem mehrere Stufen emporführen. An jeder der vier Ecken des Altars erblickt man einen 8 Meter hohen Kamin, aus welchem die Flamme hervorschlägt, auch in der Mitte des Altars erhebt sich eine solche Flamme. In der Mauer befinden sich zahlreiche Zellen, in welchen die Priester und die übrigen Parsen wohnen. In jeder dieser Zellen ragen drei kurze Rohre aus der Erde empor, durch welche das Gas entweicht, das nach Bedarf ange-

zündet wird und zur Bereitung der Speisen, im Winter auch zur Erwärmung dient. Die Bußen, welche sich zahlreiche der hier wohnenden Parsen auferlegen,



Naphtha-Ambare und Reservoir. Zu Seite 689.

sind höchst merkwürdiger Art. So bleiben sie, meist ganz unbekleidet, jahrelang in einer und derselben beschwerlichen Stellung sitzen oder liegen, andere wieder beladen einzelne Theile ihres Körpers mit schweren Lasten oder fügen sich furchtbare Wunden zu, welche sie nicht heilen lassen. Natürlich erreichen nur wenige

das Ziel, nach welchem sie streben, öffentlich als Heilige verehrt zu werden, denn gewöhnlich erliegt ihr entkräfteter Körper schon früher diesem selbstbereiteten Martyrium.

Nach dieser Abschweifung kehren wir aber zur Gewinnung der Naphtha in Baku zurück. Das dem Boden entquellende Erdöl wird zunächst in großen Erdbassins, sogenannten Ambaren gesammelt, und dann durch 10—15 Km. lange Rohrleitungen nach Tschorni-Gorod, jenem Theile der Stadt Baku gepumpt, in welchem sich die sämmtlichen Leucht- und Schmierölfabriken, mit Ausnahme zweier in Bibi-Eybad, befinden. So interessant nun auch die »schwarze Stadt« für den Techniker ist, so fürchterlich wirkt sie auf den gewöhnlichen Sterblichen, der beim Anblicke der von Naphtha triefenden Straßen, deren Passage wegen der zahlreichen auf der Erde liegenden Rohrleitungen fast unmöglich wird, und der schwarzen Fabriksmauern und Schornsteine sich eines Gefühles der Beklemmung nicht erwehren kann. Es ist dies ein trostloser Ort, in dem zwar alljährlich viele Millionen verdient werden, der aber all der Bequemlichkeiten und Annehmlichkeiten vollständig entbehrt, deren der Culturmensch bedarf, um sich wohl zu fühlen.

Roßmäßler schildert diesen trostlosen Ort in höchst anschaulicher Weise, indem er sagt:

Tschorni-Gorod*) erstreckt sich auf einer flachen Stelle, dicht am Ufer des Kaspischen Meeres in der Entfernung von 1 Km. von der Stadt Baku. An der südlichen, der Seeseite, befinden sich viele Ladebrücken, an denen unzählige Dampfer und Segelschiffe die flüssige Fracht in ihre Cisternen einnehmen; an der Nordseite der Fabrikstadt zieht sich ein Höhenzug in weitem Bogen hin, den die nach den Naphthaquellen fahrende Eisenbahn übersteigt. Die Straßen von Tschorni-Gorod sind von einem wahren Chaos aller möglichen Rohrleitungen, Canälen für Abfallwässer der Fabriken und Eisenbahngeleisen durchkreuzt, so daß die Frequenz für Fuhrwerke ziemlich schwierig ist. An der Nordseite, stellenweise im Anschluß an die Fabriken, reihen sich große offene, in der Erde ausgegrabene, nur in seltenen Fällen mit Holz oder Mauerwerk ausgekleidete Sammelbassins an, von denen viele so groß sind, daß sie mehr als eine Million Pud Naphtharesiduen fassen können. Mit diesen Vorrathsgelassen für Destillationsrückstände wechseln große, runde, aus Kesselblech zusammengenietete Reservoirs für Rohöl und fertige Waaren ab. Diese Reservoirs von 10.000—100.000 und mehr Pud Fassungsraum stehen vereinzelt und in Gruppen, theils außerhalb, theils innerhalb der Fabriken, oder auch in ganzen Colonien auf dem Rücken des erwähnten Höhenzuges, dessen Ausläufer in mehreren Bogen östlich von Tschorni-Gorod bis nahe an das Ufer herantreten.

Auf dem weiten freien Platze, der von der eben geschilderten Nachbarschaft umgeben ist, liegen die Destillationen, Raffinerien und Wohnhäuser der Mineralölfabriken, die Pumpstationen, Schwefelsäurefabriken u. s. w.

*) »Die Petroleum- und Schmierölfabrikation« von F. A. Roßmäßler. Leipzig, J. J. Weber.

Tschorni-Gorod bietet dem Fremden einen ganz eigenthümlichen Anblick und macht eher den Eindruck einer ungeheueren Brandstätte, aus der nur noch die Reservoirs und ein wahrer Wald von Schornsteinen emporragen. Diese Eigenthümlichkeit ist dadurch bedingt, daß die kleinen meist einetagigen, schwarz verräucherten Wohnhäuser, Comptoirs u. s. w. alle nach Landessitte flache Dächer haben, und daß sämmtliche Destillationskessel, Kühler, Mischer und sonstige Apparate unter freiem Himmel aufgestellt sind; nur die Dampfmaschinen und Raffinirapparate der Schmierölfabriken, die vor dem fast ununterbrochen in der Luft wirbelnden Staub geschützt werden müssen, sind überdacht, welcher Luxus bei den Dampfkesseln auch in vielen Fällen weggelassen wurde, oder höchstens nur an der Seite, an der sich die Feuerungen befinden, anzutreffen ist.

Diese Bauart ist bei dem herrschenden Klima, dem ein eigentlicher Winter gänzlich fehlt, und dessen trockene Hitze von Mai bis October der tropischer Länder ziemlich nahe kommt, vollständig angemessen und hat die Ersparniß vieler Millionen Rubel ermöglicht, die sonst für den Bau ungeheuer umfangreicher Fabriksgebäude hätten verausgabt werden müssen. Außerdem bietet diese durch das Klima erlaubte Anordnung noch den großen Vortheil, der so häufig hier vorkommenden Feuersbrünste schneller Herr zu werden, da nach dem Löschen das Nichtvorhandensein eingefallener Häuser u. s. w., wie solche auf anderen Brandstätten sich finden, eine Wiederaufnahme des Betriebes in der Regel, auch nach sehr heftigen Bränden, wenige Tage nach dem Feuer gestattet.

Die Größe und Art der Anlage der einzelnen Fabriken schwanken innerhalb der denkbar weitesten Grenzen. Man sieht hier Fabriken mit einem einzigen alten Destillirkessel von höchstens 100 Pud Destillationsfüllung und solche mit langen stolzen Reihen von 50 und mehr Kesseln, deren Capacität zwischen 1000 und 3000 Pud variirt.

Schon seit einer langen Reihe von Jahren wird das kolossale Quantum Schwefelsäure, welches die Mineralölfabriken zur Raffinirung ihrer Destillate verarbeiten, an Ort und Stelle fabricirt. Viele und große Säurefabriken theils in, theils außerhalb Tschorni-Gorod angelegt, präsentiren als die fast einzigen Vertreter der Bautechnik ihre großen steinernen Gebäude, in denen die Bleikammern, Concentrirungspfannen, Platinapparate u. s. w. untergebracht sind. Fast ausschließlich wird von diesen Fabriken sicilianischer Schwefel verarbeitet, der über Batum zugeführt wird. Der Benützung des kaukasischen Schwefels, der in vielen Gegenden in ergiebigen Lagern von schöner Qualität vorhanden ist, steht bis jetzt noch die kostspielige Zufuhr desselben, bei den schlechten Verkehrswegen des Kaukasus, hinderlich im Wege.

Außer den Schwefelsäurefabriken giebt es in und um Tschorni-Gorod noch verschiedene andere Fabriken, deren Betrieb mit der Erdölverarbeitung in Zusammenhang steht; die wichtigsten davon sind chemische Fabriken, die sich mit der Aufarbeitung der Rückstände befassen, die bei der Raffinerie der Mineralöle resul-

tiren. Die wichtigsten dieser Betriebe sind jene, welche aus den sauren und alkalischen Raffinerierückständen Schwefelsäure und Natronlauge darstellen; ferner Asphalt-, Eisenvitriol- und Alaunfabriken. Außerdem werden in Tschorni-Gorod noch Ziegelfabriken, für gewöhnliche und feuerfeste Ziegel, und eine große Anzahl von Kesselschmieden, Maschinenfabriken u. s. w. betrieben. Unter den Fabriken der Eisenindustrie ist eine erwähnenswerth, die aus den Abfällen der Kesselschmieden, die hier in großen Massen zu haben sind, ein sehr gutes Schmiedeeisen darstellt, aus dem größtentheils Bohrinstrumente für Balachana gemacht werden.

Tschorni-Gorod hat seine eigene Polizei, Post- und Telegraphenamt, Schulen, Krankenhäuser u. s. w. Trotz aller dieser, der modernen Civilisation entsprechenden Institute ist das Leben in der Schwarzen Stadt, namentlich für die Arbeiter und schlecht besoldeten Unterbeamten, ein unangenehmes und mit vielen Entbehrungen verknüpftes. Abgesehen von der Rußplage in den meist schlechten Wohnhäusern macht sich während der heißen Jahreszeit der Mangel an genügendem gutem Trinkwasser schwer fühlbar, ferner sind die Lebensmittel schlechter und theuerer als in Baku, und trotz vielfacher Anregungen hat bis jetzt erst eine einzige Fabrik für ihre Angestellten und Arbeiter ein Consuminstitut gegründet. Im Allgemeinen sind Tausende von Arbeitern gezwungen, ihre Lebensmittel den schmutzigen Läden, die fast ohne Ausnahme sämmtlich in den Händen von Armeniern und Persern sind, die es mit der Ehrlichkeit nicht sehr genau nehmen, für schweres Geld zu entnehmen.

Unter den Arbeitern der Fabriken sind Deutsche, Schweden, Russen, Armenier und kaukasische Tataren am stärksten vertreten. Von den drei letzten Völkern hatte sich auch eine ziemliche Anzahl von Chemikern und Ingenieuren, die theils auf russischen, theils auf deutschen Hochschulen ihre Bildung genossen haben, eingebürgert, und deren Zahl steigt von Jahr zu Jahr. Als Fabriksarbeiter qualificiren sich auf jeden Fall die kaukasischen Tataren und Perser am besten, sie sind nüchterne, fleißige und lernbegierige Menschen, die vor dem russischen und auch deutschen und amerikanischen Arbeiter den doppelten Vorzug der Nüchternheit und der Unempfänglichkeit gegen die gesundheitsschädlichen Einflüsse des dortigen Klimas haben. Die mohammedanischen Arbeiter haben sich vermöge ihrer guten Eigenschaften so herangebildet, daß sich der größte Theil der Destillateure, Maschinisten, Kesselheizer und Vorarbeiter aus ihren Reihen recrutirt.

Die größte Fabrik ist die der Gesellschaft Gebrüder Nobel. Das ganze Etablissement zerfällt in acht Abtheilungen (exclusive Balachana-Sabuntschi-Besitzungen), und zwar die Cerosinfabrik, die Schmierölfabrik, die Schwefelsäurefabrik, die Laugenfabrik, die mechanische Fabrik, bestehend aus Gießerei, Dreherei, Schmiede, Kessel- und Kupferschmiede, die Maschinenabtheilung des Betriebes der Fabriken, das Control- und Versuchslaboratorium und die Flottenabtheilung über die 15 Tankdampfer auf dem Kaspischen Meere, exclusive Flußdampfer, Barken u. s. w. auf der Wolga.

Wir wollen hier nur den beiden ersten Abtheilungen eine einigermaßen eingehende Betrachtung widmen und von den anderen nur erwähnen, daß sie sämmtlich als mustergiltige Anstalten bezeichnet werden können, von denen z. B. die mechanische Abtheilung außer den laufenden Reparaturen der Betriebsapparate jeden Neubau im Maschinen-, Kessel-, Schiff- und Hoch-Baufach ausführen kann. Die Laugenfabrik verarbeitet die alkalischen Rückstände der Cerosin- und Schmierölraffinierie auf caustische Natronlauge von 35° Bé.

Die Cerosinfabrik zerfällt in mehrere Unterabtheilungen, die auf isolirten Plätzen angelegt sind, und der Reihenfolge nach, wie sie der Fabriksgang bedingt, folgende sind: Empfang, Aufbewahrung und Ablassen des rohen Erdöles, Destillation, Raffinerie, Benzinabtheilung, Aufbewahrung und Verladung des fertigen Productes.

Von Balachana-Sabuntschi aus (in gerader Linie 10 Km. entfernt) gelangt das Oel, durch große Pumpen getrieben, durch mehrere Rohrleitungen von 9 und 20 Cm. Durchmesser in große eiserne Reservoirs oder unterirdische ausgemauerte und mit Rollblei ausgelegte Bassins (von denen das größte 7 Millionen Pud Erdöl fassen kann), die auf dem Höhenzuge, der Tschorni-Gorod umgiebt und in einem seiner Ausläufer die Nobel'sche Fabrik begrenzt, angelegt sind.

Aus diesen Vorathsräumen gelangt die Naphtha in die tiefer gelegene Destillation, welche 51 Destillirkessel von cylindrischer Form, jeder zu 1000 Pud Destillationsfüllung, besitzt. Diese Kessel sind in drei ununterbrochen arbeitende Batterien von je 17 Kesseln vertheilt.

Die letzten 8 Kessel einer jeden Batterie sind mit Dephlegmationsvorrichtungen versehen. Die hohe Temperatur der ununterbrochen abfließenden Residuen wird in dazu geeigneten Vorwärmern ausgenützt, um das Erdöl für die Destillation entsprechend anzuwärmen, ehe es in den ersten Kessel einer jeden Reihe gelangt. Bei dem sogenannten mittleren Gange liefert die Destillation pro Tag 50.000 Pud Cerosindestillat, welches Quantum bei vollem Gange auf 60.000 Pud gehoben werden kann. Das erforderliche Kühlwasserquantum wird von zwei kolossalen Centrifugalpumpen mit 14zölligen Leitungsrohren dem Kaspischen Meere entnommen. Von der ganzen Destillation ist nur der Empfangsraum für das Destillat unter Fach und Dach.

Die Säure- und Laugenmischer, Wasch- und Klärbassins der Reinigungsabtheilung sind auch sämmtlich unter freiem Himmel aufgestellt. Die auf hohen Fundamenten montirten Säuremischer und die an der Basis der Fundamente aufgestellten Laugenmischer haben die Größenverhältnisse, um zu einer jedesmaligen Raffinirung 12.000—20.000 Pud Destillat fassen zu können; die mischende Kraft ist die der comprimirten Luft. Aus der Raffinerie, welche durch die Säurefabrik und eine breite Straße von der Cerosindestillation getrennt ist, wird das fertige Petroleum in große, 100.000—200.000 Pud fassende Reservoirs gepumpt, die ebenfalls auf dem Rücken des vorerwähnten Höhenzuges aufgestellt sind, aus

denen es durch weite Rohrleitungen zur Verladung in die Tankdampfer gelangt. Die Ladung eines solchen Dampfers von 40.000 Pud Raumgehalt erfordert einen Zeitraum von nur 6 Stunden. Die Ladung auf Neufuß, der Umladestation der Seedampfer in die Wolgabarken, dauert wieder 6—8 Stunden, nach welcher Zeit das Schiff sofort seine Rückfahrt antritt und auf diese Weise während einer Navigationsdauer von Ende März bis Mitte October 40—50 Touren macht.

An die Cerosindestillation, von derselben durch einen breiten Hof getrennt, reiht sich die Schmieröldestillation, welche 17 ebenfalls in ununterbrochenem Betriebe angeordnete Kessel hat, welche durch ein von der Hauptleitung für heiße Residuen der Cerosindestillation abzweigendes Nebenrohr gespeist werden. Die neben der directen Forsunkafeuerung noch mit überhitztem Dampf betriebenen Destillationsapparate unterscheiden sich von den Cerosinkesseln durch complicirtere Dephlegmationsvorrichtungen und mittelst Wasserstrahlpumpen im Innern derselben erzeugten Minderdruck. Die anfänglich vielfach bestrittene Möglichkeit, bei der Destillation der Naphtharesiduen und Schmieröle den ununterbrochenen Gang ohne Gefahr für die Güte der Destillate einschlagen zu können, hat sich durch den erzielten Erfolg vollständig bewährt. Die Reinigungsapparate für die Schmieröldestillate, in der Größe von 3000 Pud Füllung, sind in einem kolossalen, terrassenförmig angelegten, nur aus Stein und Eisen bestehenden Gebäude untergebracht.

Das systematisch durchdachte, den gesammelten Erfahrungen gemäß jetzt als vollendet zu betrachtende Werk wird in musterhafter Sauberkeit und Ordnung erhalten und verdankt dem ununterbrochenen Betriebe, bei dem eine Abtheilung der anderen in die Hand arbeitet, den großen Vortheil, mit einer verhältnißmäßig kleinen Arbeiterzahl einen großartigen ungestörten Betrieb zu erhalten. So betrug z. B. im Jahre 1896 die Zahl der auf den Werken thätigen Arbeiter (exclusive mechanische Werkstätten und Flotte) nur 319, während die Fabrik von Schibajeff & Co. (Cerosin, Schmieröl und Schwefelsäure) bei einer Production, die nur den vierten Theil der Nobel'schen erreichte, 542 Mann beschäftigte.

Daß die Direction dieses großartigen Unternehmens kein Opfer scheut, ihren Beamten und Arbeitern die durchaus nicht angenehmen Lebensverhältnisse von Tschorni-Gorod nach Möglichkeit zu erleichtern, bedarf wohl kaum einer besonderen Erwähnung. Für die Arbeiter, Meister und Unterbeamten und deren Familien sind reichliche und gesunde Wohnungen hergerichtet. Schule, Krankenhaus, Sparcasse u. s. w. fehlen nicht. Der größte Theil der höheren Beamten ist in schönen Wohnungen der großartig angelegten »Villa Petrolea« untergebracht, deren großes, parkartig angelegtes Terrain mit Wolgawasser bewässert wird, welches die Cerosin- und Oeldampfer als Ballast von Neufuß nach Baku führen. Dank dieser Errichtung, bei deren Anlage durch besondere Pumpen, Reservoirs, Rohrleitungen u. s. w. große Geldopfer erforderlich waren, ist Villa Petrolea jetzt eine lachende Oase in der sie umgebenden schwarz verräucherten Wüste ....

Lange bevor das amerikanische Erdöl entdeckt und nutzbar gemacht worden war, kannte man schon den Petroleumreichthum Galiziens; es ist aber bezeichnend für die europäischen Verhältnisse, daß erst der von Amerika ausgehende Auf-



Petroleumbrunnen zu Slobodzie-Rungórska in Galizien. Zu Seite 695.

schwung der Naphthaindustrie den Anstoß gab, auch in Galizien dieses Naturproduct rationell auszubeuten. Schon im Jahre 1817 wurde Petroleum von Johann Mitis und Josef Hecker in Boryslaw verarbeitet, das Product diente theilweise zur Beleuchtung der Stadt Prag. Doch war die Nachfrage so gering, daß das

Erdölvorkommen in Galizien fast vollständig in Vergessenheit gerieth, und es mußte daher geradezu ein zweitesmal entdeckt werden, und zwar geschah dies durch Schreiner in Boryslaw. In den Jahren 1855—1858 befaßte sich der Apotheker Ignaz Lukasiewicz mit der Herstellung eines raffinirten Leuchtöles und errichtete im Jahre 1858 zu Klenczany die erste größere Petroleumraffinerie mit acht Kesseln. In dieser Zeit war aber das amerikanische Erdöl noch nicht bekannt, und das in Boryslaw raffinirte Erdöl konnte lange Zeit keine Abnehmer finden. Diese ungünstigen Verhältnisse wichen jedoch bald besseren Zuständen, und heute wird ein großer Theil des europäischen Petroleumbedarfes durch galizisches Erdöl gedeckt.

Anfangs entwickelten sich die Grubenbaue — das Erdöl wurde in der Weise gewonnen, daß man Schächte niedertrieb — nur langsam, und erst im Jahre 1867 brachte der um die Tiefbohrung so hochverdiente Ingenieur Fauck die erste Dampfbohrmaschine, einen amerikanischen Seilbohrer, nach Galizien. Zunächst wurden in Klenczany mehrere Bohrlöcher bis zur Tiefe von 250 Meter abgeteuft, diese Bohrungen hatten jedoch nur einen geringen Erfolg aufzuweisen und wurden schließlich eingestellt. Die Anlage von Dampfbohrungen wurde dann im Jahre 1870 in den Gruben von Bobrka und Ropianka, später auch an anderen Orten wieder aufgenommen, und es gelang, besonders in Slobodzie, Wietrzno und Polana, große Mengen von Petroleum aus einzelnen Schächten zu gewinnen; diese drei Fundorte ergaben eine Ausbeute von 300—1000 Faß täglich, das Oel floß selbstthätig durch längere Zeit, so daß aus einzelnen Bohrlöchern bedeutende Summen realisirt wurden. Der reiche, lange Zeit über laufende Brunnen in Polana wurde mittelst Handbohrung in einer Tiefe von 130 Meter erschlossen.

Das galizische Oelfeld ist wohl eines der größten der Erde, denn seine bekannte Ausdehnung umfaßt einen Flächenraum von mehr als 10.000 Qukm. Das östlichste productive Werk, Slobodzie-Rungórska, ist vom westlichsten, Klenczany, in der Luftlinie 350 Km. entfernt.

Auf diesem ungeheueren Oelfelde arbeiten aber verhältnißmäßig nur wenige Producenten, und man kann wohl sagen, daß dort die gesammte Erdölindustrie erst in den Anfangsstadien der Entwickelung begriffen ist. Oelfelder, welche seit 20 Jahren im Betriebe standen und als erschöpft angesehen wurden, sind, seit weitere und tiefere Bohrungen zur Ausführung gelangten, ergiebiger als vorher, und jährlich entstehen erfreulicherweise neue Werke. Die seit Jahren verlassenen Gruben zu Wietrzno erwiesen sich fast den größten amerikanischen Oelbrunnen ebenbürtig, und auch in Kryg wurden größere Oelmengen gewonnen.

Auch Deutschland besitzt in seinem nördlichen Theile Erdöllager, und die auf diesem Vorkommen zu Beginn der Fünfzigerjahre gegründete Mineralölindustrie besitzt gegenwärtig große wirthschaftliche Bedeutung trotz des kolossalen Aufschwunges, welchen die amerikanische und die russische Petroleumgewinnung genommen hat.

Das Petroleum Deutschlands läßt sich hauptsächlich in zwei Zonen nachweisen. Die eine Zone gehört dem Nordwesten des Reiches an und erstreckt sich in einer Hauptrichtung von Südosten gegen Nordwesten durch Braunschweig, Hannover und Holstein, die andere breitet sich über einen Theil der Reichslande aus, dem Ober- und Unter-Elsaß.

Die erste Auffindung und Benützung des Bergtheeres und Petroleums im nordwestlichen Deutschland haben wir zweifelsohne in die Zeit der alten Sachsenherrschaft zu verlegen, die in sehr früher Zeit entstandenen Localnamen, wie Theerberg, Pechelbronn u. v. a. weisen darauf hin, daß den Bewohnern schon seit Jahrhunderten das Erdöl bekannt war. Im Jahre 1450 wurde Rohöl am Tegernsee gewonnen, und ein halbes Jahrhundert später in größerem Maßstabe im Elsaß bei Lampertsloch und Pechelbronn. 1766 beschreibt Taube das Vorkommen von Bergtheer bei Wietze und Steinförde: »Einige hundert Schritte südlich des Ortes Wietze befinden sich mitten in der Flur Theerkuhlen, wo vermuthlich seit mehr als hundert Jahren der Theersand gegraben und zu Gute gemacht wird. Die obere Lage des Erdreiches ist sandig, und unter ihr befindet sich der Theersand in ungleichen Schichten. In einer größeren Tiefe als ungefähr 10 Fuß kann er wegen des zusetzenden Wassers nicht gewonnen werden. In der Mitte des Juni wird die Theererde ausgegraben, auf einen Haufen geworfen und mit Rasen bedeckt. Dann wird sie in hölzernen Kasten mit Wasser umgerührt, und sammelt sich der Theer auf der Oberfläche desselben. Ein Pfund Theererde enthält zwei und einhalb Loth Theer.« Wie man sieht, eine noch sehr primitive Art der Gewinnung.

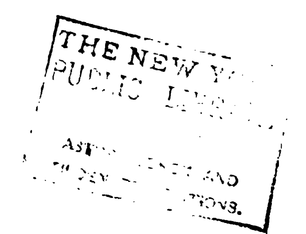
Heute stehen diese Wietzer Quellen, welche zu Beginn der Achtzigerjahre durch Bohrung erschlossen wurden, in gutem Gedeihen, sie liefern jährlich gegen 3000 Faß Petroleum. In jüngster Zeit wurden zahlreiche Oelquellen in Hannover erbohrt.

In sehr lebhafter Erinnerung ist aber bei den Betheiligten noch der schwindelhafte Aufschwung von »Oelheim«. Die Regierung Hannovers hatte im Jahre 1862 ein erfolgreiches Bohrloch auf Erdöl geschlagen und in uneigennütziger Weise den Weg für eine neue, wenn auch vorerst bescheidene Industrie gebahnt. Als aber im Jahre 1880 eine Springquelle, und zwar die erste Deutschlands erschlossen wurde, wurde an allen Ecken und Enden zu bohren begonnen. Ein wahres Bohr- und Petroleumfieber trat ein, und in einer ganz erstaunlich kurzen Zeit wurden in Oelheim über 300 Bohrlöcher niedergebracht.

In den ersten Wochen war die Ausbeute an Erdöl auch eine ganz bedeutende, bald aber traten mit dem Oele immer mächtigere Salzwasser zu Tage, und so rasch wie Oelheim emporgeblüht war, ging es auch wieder zurück. Der »Oelheimer Rummel« hatte zahlreiche und bedeutende Geldopfer gefordert, heute bestehen nur noch ganz wenige jener Bohrgesellschaften, die in Oelheims Glanzzeiten thätig waren, und deren eine mit einem Stammcapitale von 5 Millionen Mark gearbeitet hatte.



Petroleumbrunnen zu Wietrzno in Galizien.



Die bis nun besprochenen Fundstätten von Erdöl sind jene, welche theils schon gegenwärtig eine größere Ausbeute liefern, oder wenigstens für die Zukunft eine solche erhoffen lassen. Außer diesen Fundorten giebt es aber selbst in Europa noch eine größere Zahl von Petroleumlagern, über deren Reichthum noch sehr wenig bekannt ist. Man weiß kaum viel mehr, als daß sie existiren, von einzelnen wird aber behauptet, das sie einen ganz außerordentlichen Reichthum an Erdöl aufweisen — ob mit Recht, kann nur durch die genaue Untersuchung an Ort und Stelle ermittelt werden. Besonders sollen die Petroleumlager in den Donaufürstenthümern einen großen Reichthum an Erdöl und Ozokerit besitzen; in der Bukowina hat man ebenfalls Erdöl entdeckt, kleine Lagerstätten finden sich in Parma und Modena in Italien u. s. w.

Ueber die Art und Weise der Entstehung des Erdöles sind die verschiedensten Hypothesen aufgestellt worden. Während einzelne Forscher seine Abstammung mit der Bildung der Kohlenflötze in Einklang zu bringen suchten, nahmen andere wieder animalischen Ursprung an, und dritte endlich führten die Bildung des Erdöles, überhaupt der Kohlenwasserstoffe, auf die unorganische Materie zurück.

So soll nach Mendelejeff's Ansicht zu einer Periode, als sich die Erde noch in einem weniger vorgeschrittenen Stadium der Abkühlung befand, Wasser von der Oberfläche durch Risse und Spalten in der Erdrinde bis zum feurig-flüssigen Erdkerne eingedrungen sein, wo aus der Wechselwirkung zwischen Wasser und Kohlenstoffeisen Kohlenwasserstoffe entstanden, denen das Erdöl seinen Ursprung verdankt. Diese Hypothese ist jedoch veraltet und hatte von allem Anfange viele Gegner, die, ganz abgesehen von triftigen Gründen rein chemischer Natur, auch den wichtigen Vernunftgrund zu Ungunsten der Mendelejeff'schen Ansicht ins Treffen führten, daß es schwer erklärlich sei, wie das Wasser überhaupt bis zu dem glühenden Magma des Erdinnern vordringen konnte und nicht früher schon in Folge der zunehmenden Temperatur in Dampf verwandelt wurde und wieder durch die Erdrisse entwich.

E. Berthelot nahm an, daß sich im Erdinnern Alkalimetalle befinden, welche, wenn sie mit Kohlensäureverbindungen zusammentreffen, die Entstehung von Acetylüren veranlassen. Diese spalten sich aber wieder beim Zusammentreffen mit Wasser, wobei Acetylen entsteht, welches sich unter bedeutendem Drucke und bei höherer Temperatur zu Benzol zu verdichten vermag. Andererseits zerlegen die Alkalimetalle aber auch das Wasser, wobei Wasserstoff austritt, und dieser soll dann mit dem Acetylen die Kohlenwasserstoffe bilden. Der Umstand, daß sowohl in Meteoriten als auch in Kometen in der That Kohlenwasserstoffe nachgewiesen werden konnten, schien eine Zeit lang eine wichtige Stütze dieser Hypothese zu werden, doch sind es andere Momente, welche ihr die Wahrscheinlichkeit und Lebensfähigkeit benehmen.

Wie erwähnt, suchte man die Entstehung des Erdöles auch mit den Kohlenlagern in Zusammenhang zu bringen, und führte einerseits zur Stütze dieser

Anschauung den Umstand an, daß das durch trockene Destillation gewonnene Product der Kohle, der Theer, mit dem Erdöle eine gewisse Aehnlichkeit besitzt, andererseits aber, daß das erste Glied jener Reihe der Kohlenwasserstoffe, aus welchen die meisten Erdöle bestehen, das Methan, in den Kohlengruben ganz allgemein auftritt. Man stellte daher den Satz auf, das Erdöl sei durch trockene Destillation, etwa durch Erdbrände, aus Kohlenflötzen entstanden, aber nicht, wie der Theer, bei hoher Temperatur und niederem Druck, sondern umgekehrt bei niederer Temperatur, aber großem Druck. Diese Hypothese wird aber durch das Vorkommen des Erdöles in geologischer Hinsicht nicht nur nicht unterstützt, sondern geradezu widerlegt. Wäre nämlich diese Anschauung zutreffend, so müßte sich das Erdöl entweder gemeinschaftlich mit der Kohlenformation finden, oder es müßte doch nachweisbar sein, daß diese früher an Ort und Stelle vorhanden war und erst nachträglich zerstört wurde. Dagegen tritt das Erdöl, so besonders in Amerika, hauptächlich in jenen Schichten auf, welche unter der Kohlenformation liegen, also älter sind als diese, und an vielen Orten wird es angetroffen, ohne daß das frühere Vorhandensein von Kohle überhaupt nachweisbar wäre.

Da sich nun sowohl die Ableitung des Erdöles von anorganischen Substanzen als auch von Kohle, somit von Vegetabilien, als nicht haltbar erwies, blieb nur der eine Ausweg, das Erdöl als aus Stoffen animalischen Ursprunges entstanden zu betrachten. Und in der That hat diese Anschauung sehr viel für sich, sie wird nicht nur durch das Vorkommen des Erdöles in der Natur bestätigt, sondern sie erfuhr auch durch das Experiment eine Bekräftigung.

Eine feste Stütze für diese Anschauung bildet das Vorkommen und die Entstehung des Erdöles an der Küste des Rothen Meeres. Diese besteht dort zum großen Theile aus mächtigen Korallenriffen, welche auf der Landseite abgestorben sind, an denen die Korallenpolypen aber auf der vom Meere bespülten Seite unausgesetzt weiter bauen. Wie jeder abgestorbene Korallenfels bildet auch dieser hier ein sehr löcheriges Materiale, und in diesen Löchern scheidet sich fortwährend Erdöl ab. Die Eingeborenen machen sich dieses Vorkommen zu Nutze, indem sie Brunnen graben und das sich darin ansammelnde Erdöl durch Ausschöpfen gewinnen. Dieses Auftreten von Erdöl macht es aber im höchsten Grade wahrscheinlich, daß es fortwährend aus den abgestorbenen Korallenthieren, natürlich nur beim Zusammentreffen günstiger Umstände, unter denen die höhere Temperatur eine bedeutende Rolle spielen dürfte, sich bildet, und es liegt der Schluß nahe, daß auch andere Meeresbewohner, wie Muscheln, Krebsthiere u. s. f., durch Zersetzung Erdöl liefern können.

Diese Anschauung mußte nun aber natürlich so lange Hypothese bleiben, bis es gelang, den experimentellen Nachweis für ihre Richtigkeit zu erbringen, und dies ist dem deutschen Gelehrten Professor Engler thatsächlich geglückt. Als Engler eine größere Menge von Fischen und Muscheln bei einem Drucke von 16 Atmosphären der trockenen Destillation unterwarf, erhielt er zwar ein Product,

welches in seinen Eigenschaften mit dem Erdöle nichts gemeinsam hat, durch trockene Destillation von Fetten, besonders von Thran, unter dem gleichen hohen Drucke erhielt er aber ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen, welches in seiner Zusammensetzung große Aehnlichkeit mit dem Erdöle aufweist. Aus diesem Experimente zog nun Engler den Schluß, daß die Entstehung des Erdöles aus den Seethieren in der Weise erfolgt, daß zunächst die stickstoffhaltige Substanz vollständig zerstört wird, während das viel resistentere Fett zurückbleibt und unter dem enormen Drucke der darauf lastenden Schichten und unter dem Einflusse der Wärme verseift, das heißt in Glycerin und freie Fettsäuren gespalten wird. Ersteres wird schließlich vom Wasser fortgespült, die freien Fettsäuren zerfallen aber dann durch Druck und Wärme in Wasser und Kohlenwasserstoffe. Und die Natur dieser Kohlenwasserstoffe, die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen der Reihe wird durch das durchaus nicht constante Verhältniß zwischen Druck und Temperatur beeinflußt.

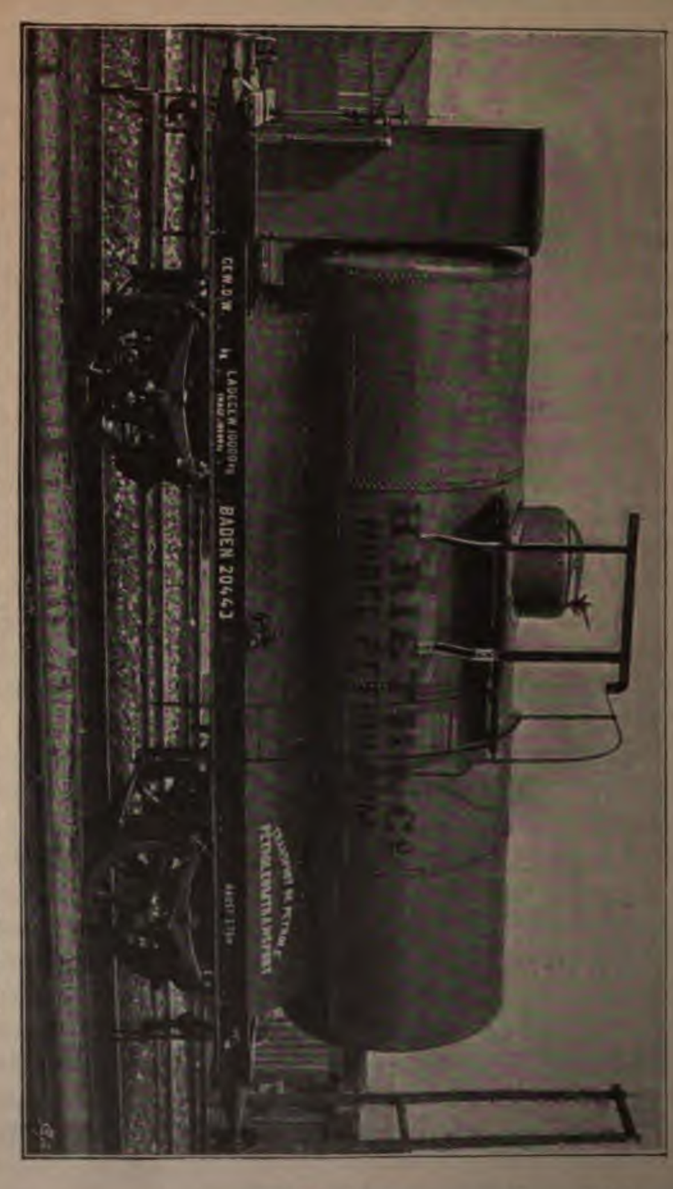
Der Einwand, welcher ursprünglich gegen diese Theorie erhoben wurde, daß es nämlich schwer vorstellbar sei, wie sich so enorme Mengen von Seethieren an einem Orte ansammeln können, um die gewaltigen Mengen von Erdöl zu erzeugen, welche oft ein Bohrloch liefert, ist wohl nicht stichhaltig. Man denke doch an den Ursprung der Kreidefelsen und der Korallenriffe. Es läßt sich doch leicht begreifen, daß ganze Meere mit ihrer gewaltigen Seefauna durch irgend einen äußeren Einfluß austrockneten, wobei der Salzgehalt des Wassers fortwährend stieg, bis die gesammte Fauna endlich in der concentrirten Mutterlauge zu Grunde gehen mußte; dieses Meeresgrab wurde mit Schlamm überdeckt, und aus dem Fette der Cadaver bildete sich bei entsprechendem Drucke und der eo ipso entstehenden höheren Temperatur das Erdöl.

Dieser Entstehungsweise entsprechend tritt das Erdöl auch meist nur an gewissen Punkten der Erde, dann aber gewöhnlich in sehr großen Mengen auf, obgleich es auch in kleineren Ablagerungen an sehr vielen Orten angetroffen wird.

Die Rohnaphtha ist nur zu sehr wenigen Zwecken brauchbar. Besonders als Leuchtmateriale kann sie nicht verwendet werden, da einerseits zu leicht entzündliche Stoffe vorhanden sind, welche Explosionen verursachen könnten, und andererseits Stoffe, die schon nach sehr kurzer Zeit den Lampendocht seines Saugevermögens berauben. Um daher aus der Rohnaphtha ein brauchbares Leuchtöl zu gewinnen, muß sie der fractionirten Destillation und dann noch einer nachträglichen Reinigung unterworfen werden. Dabei gewinnt man aber nebst Brennpetroleum noch eine Reihe anderer werthvoller Stoffe, so die leicht flüchtigen Antheile, die Petroleumbenzine und Mineralschmieröle, endlich Vaselin und Paraffin.

Die Destillation der Naphtha wird in der Weise vorgenommen, daß man den Kessel eines Destillirapparates bis zu drei Viertel seiner Höhe mit möglichst wasserfreier Naphtha füllt und unter dem Kessel ein lebhaftes Feuer unterhält, bis der Helm der Destillirvorrichtung heiß zu werden beginnt. Ist dies erreicht,

so muß das Feuer vermindert werden, und zwar so lange, bis sich im Kessel ein deutliches klopfendes Geräusch vernehmen läßt, welches dadurch entsteht, daß sich



Cisternenwagen für Erdöl der Waggonfabrik Van der Zypen und Charlier in Köln-Deutz. Zu Seite 701.

das in der Naphtha vorhandene Wasser in Form von Dampfblasen vom Boden des Kessels ablöst. Dieses Geräusch steigert sich oft zu großer Heftigkeit, und häufig vernimmt man dumpfe Schläge von solcher Stärke, daß der ganze Kessel erzittert. Dies ist jedoch ganz gefahrlos, und kommt dadurch zu Stande, daß Wassertropfen,

welche sich in dem noch nicht genügend erwärmten Helme condensiren, in den Kessel zurückfallen, dort zu Boden sinken und in Berührung mit dem heißen Boden des Kessels plötzlich in Dampf verwandelt werden.

Zunächst destilliren die ganz leichten Kohlenwasserstoffe mit niederem Siedepunkte über, es ist dies das Leichtöl oder Benzin. Zeigt endlich die überdestillirende Flüssigkeit ein specifisches Gewicht von 0·74—0·76, so wird die Vorlage gewechselt, und nun destillirt das eigentliche Petroleum über, und zwar werden gewöhnlich jene Antheile als Petroleum angesehen, deren specifisches Gewicht zwischen 0·76 bis 0·86 liegt. Der hinterbleibende Destillationsrückstand, welcher die sogenannten Schweröle enthält, wird dann gesondert weiter verarbeitet. Die einzelnen Fractionen werden durch abermalige Destillation noch weiter zerlegt; man gewinnt auf diese Art aus dem rohen Erdöl $^1/_2$—1 Procent Benzin und 30—35 Procent Petroleum. Der hinterbleibende dicke Rückstand, in Rußland Masut oder Ostatki genannt, dient entweder als Materiale zur Kesselheizung oder er wird abermals destillirt, um daraus die werthvollen Mineralschmieröle zu gewinnen.

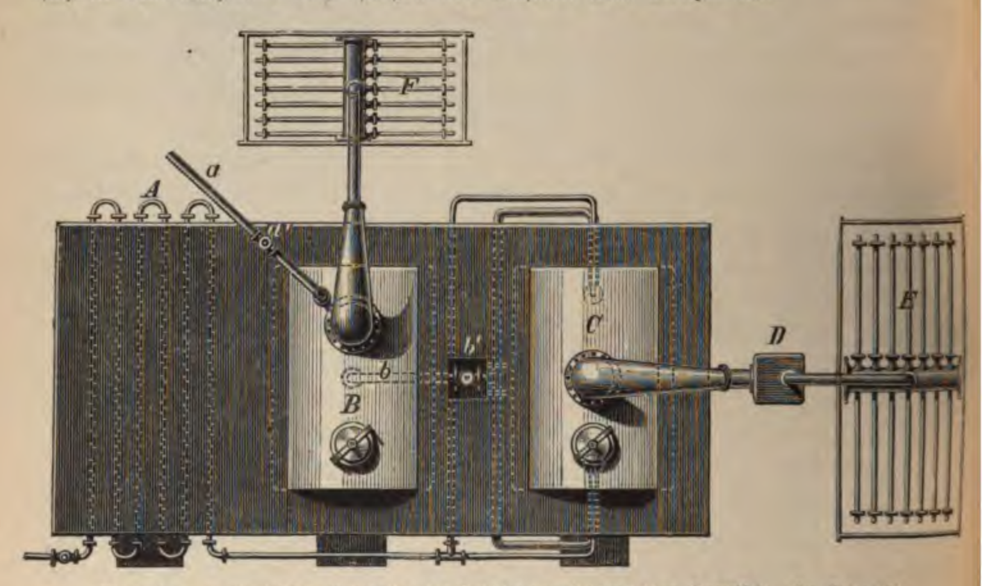
Die Oele müssen aber nun noch von den verunreinigenden organischen Stoffen befreit werden, was man durch Mischen derselben mit Schwefelsäure erreicht, dies wird durch Einblasen eines kräftigen Luftstromes bewerkstelligt. Sobald die Schwefelsäure alle Verunreinigungen aufgenommen hat, wobei sie sich schwarz färbt, überläßt man das Gemisch eine Zeitlang der Ruhe und läßt sodann die am Boden des Gefäßes angesammelte Schwefelsäure durch einen Hahn abfließen. Das saure Oel wird dann noch zur Entfernung der letzten Reste von Schwefelsäure mit Lauge und Wasser durchgemischt, eine Zeit lang in großen Behältern geklärt und ist sodann zum Versandt fertig.

Die Schiffe, in welchen die Naphthaproducte transportirt werden, sind sogenannte Tankschiffe, bei welchen der ganze eiserne Schiffskörper in fünf bis sieben Fächer getheilt ist, welche mit Petroleum, das durch Pumpen gehoben wird, gefüllt werden, das Löschen der Ladung erfolgt in der gleichen Weise; dadurch gelingt es, ein Schiff mit 1000 Tonnen Laderaum in etwa drei Stunden zu laden und zu löschen. Der Transport per Bahn erfolgt ebenfalls in eigens construirten Cisternenwagen.

Die Destillation der Naphtha aus einzelnen Kesseln ist jedoch mit verschiedenen Uebelständen und großem Zeitverluste verbunden, und es lag daher der Gedanke nahe, auch für diesen Zweck continuirlich arbeitende Apparate, ähnlich jenen, welche schon seit langer Zeit in den Spiritusfabriken im Gebrauche stehen, zu construiren.

Ein solcher Apparat wurde von Roßmäßler angegeben. Er beruht auf dem Principe, daß die Naphthamenge, welche aus einem Rohre von beliebigem Durchmesser ausfließt, im Momente des Austrittes auf einen Dampfstrahl stößt, der bis zu einer solchen Temperatur erhitzt ist, daß diese genügt, um sämmtliche leichtflüchtigen Antheile in Dampf zu verwandeln. Das Gemenge von Benzin- und Wasserdampf wird dann in den Kühler geleitet.

Die Einrichtung dieses Apparates ist aus den beigegebenen Abbildungen ersichtlich. Er besteht aus dem Dampfüberhitzer A, dem Vordestillirer B, dem Verdampfer C, dem Separator D und den beiden Kühlern E und F; er wird in folgender Weise in Betrieb gesetzt: Nachdem der Vordestillirapparat durch das Rohr a, welches mit dem Naphthareservoir in Verbindung steht und in B dicht über dem Boden mündet, mit Naphtha so hoch gefüllt ist, daß diese in gleicher Höhe mit dem Uebersteigrohre b steht, wird B angeheizt, und wenn die Destillation in vollem Gange begriffen ist, öffnet man die beiden Ventile a' und b' in dem Maße, daß der Zufluß neuer Naphtha durch a in demselben Verhältnisse steht, wie der Abfluß derselben durch b nach C. Die in B sich bildenden Dämpfe condensiren sich in dem Kühler F und fließen als Gasolin oder Benzin ab.

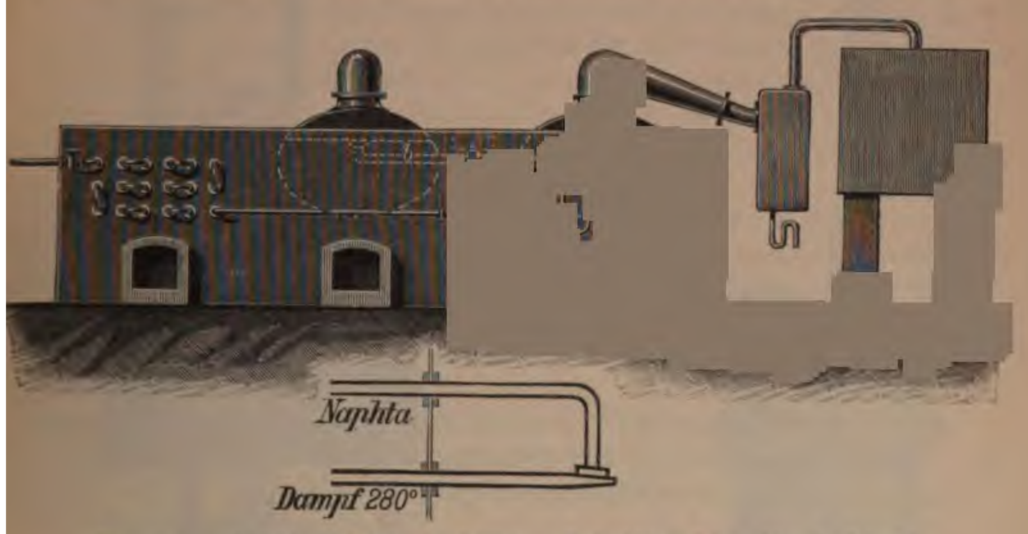


Apparat zur continuirlichen Destillation des Erdöles von Roßmäßler. Draufsicht. Zu Seite 702.

Bevor dies erreicht wird, muß jedoch auch die Ueberhitzung des Dampfes bis auf 280° erreicht werden. Das Rohr, welches den überhitzten Dampf nach C leitet, verzweigt sich, ebenso wie das Naphthaüberflußrohr b, so daß überhitzter Dampf und von Benzin befreite Naphtha von zwei Seiten in den Verdampfer gelangen. In den beiden Pulverisatoren stoßen Naphtha und überhitzter Dampf zusammen, die erstere wird zerstäubt und in dem der Temperatur des Dampfes entsprechenden Grade verdampft, das Gemisch von Wasser- und Naphthadämpfen gelangt durch den Helm aus C in den Separator D, in welchem sich möglicherweise nicht verdampfte, sondern nur mechanisch mitgerissene Naphthatheilchen absetzen können, und von hier aus in den Kühler E.

Das specifische Gewicht des raffinirten, zur Beleuchtung dienenden Petroleums bei 15° soll nicht unter 0·595 und nicht über 0·804 betragen. Ist es nicht sorg-

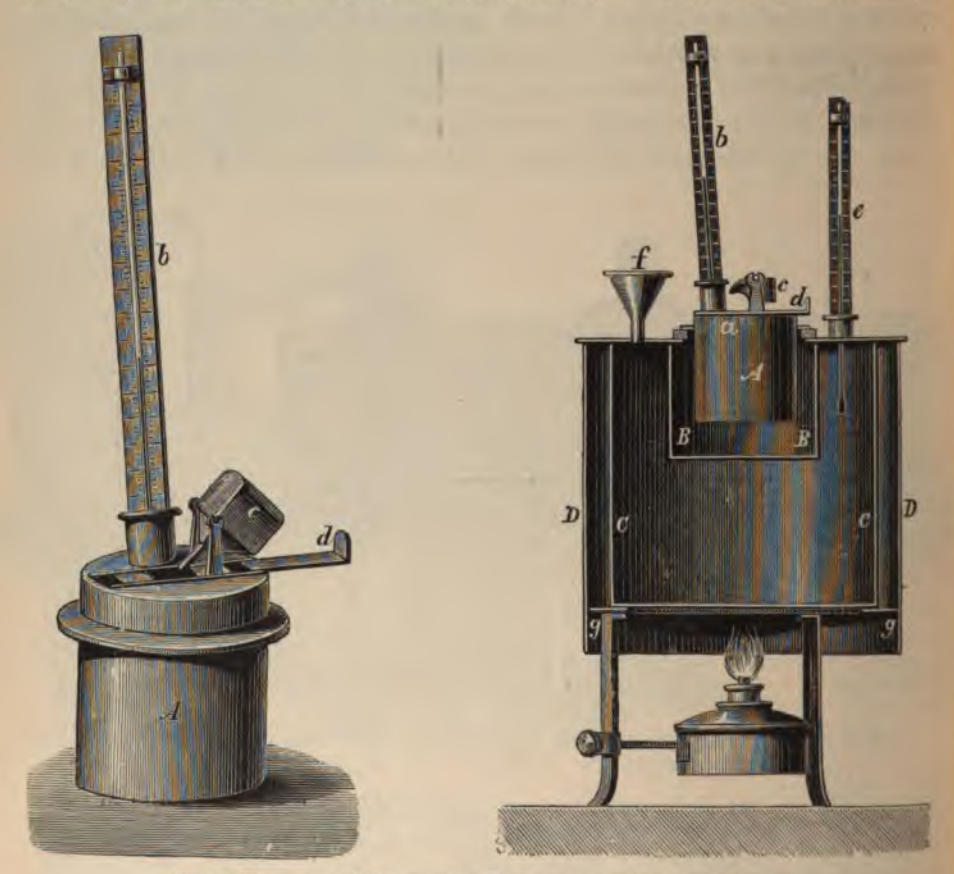
fältig raffinirt worden, so verbleibt ihm ein Rest der außerordentlichen Feuergefährlichkeit des Rohpetroleums. Diese beruht auf dem Vorhandensein gelöster gasförmiger und sehr leicht flüchtiger Kohlenwasserstoffe, die, bereits bei gelindem Erwärmen entweichend und mit der darüber befindlichen Luft sich mengend, ein explosives, selbst durch blos glimmende Körper entzündliches Gasgemisch liefern. Mit Recht wird daher bei Prüfung des zu Beleuchtungszwecken bestimmten raffinirten Petroleums großes Gewicht auf die Bestimmung des Entflammungspunktes gelegt. Der niedrigste Entflammungspunkt, den raffinirtes Petroleum nach der Gesetzgebung der meisten Staaten besitzen darf, liegt bei circa 21°. Von den Apparaten, die zur Ermittelung der Entflammbarkeit dienen, ist der meist angewandte der Abel'sche. Die Abbildung stellt denselben mit dem Oelbehälter im



Apparat zur continuirlichen Destillation des Erdöles von Roßmäßler. Seitenansicht. Zu Seite 702.

Aufriß und mit der Heizvorrichtung im Verticalschnitte dar. A ist der Behälter für das zu prüfende Oel, innen befindet sich die aufwärts gerichtete Metallspitze a, welche als Marke dient. Der dicht schließende Deckel des Behälters trägt das Thermometer b und die Lampe c. Diese, in zwei Zapfen hängend, kann um eine horizontale Achse in Schwingung versetzt werden. Das Quecksilbergefäß des Thermometers muß vollständig in das Oel eintauchen und 38 Mm. unterhalb des Mittelpunktes des Deckels sich befinden. In diesem sind drei längliche Oeffnungen angebracht, die sämmtlich durch den Schieber d verschließbar sind. Wird dieser herausgezogen, so wird die Lampe durch einen an demselben befindlichen Stift gefaßt und in eine solche Stellung gebracht, daß ihre Mündung gerade die Oberfläche des Deckels berührt. Beim Zurückschieben nimmt sie ihre ursprüngliche Stellung wieder ein. Der Oelbehälter ist von zwei cylindrischen kupfernen Gefäßen

umgeben; beide sind mit einem aufgelötheten kupfernen Deckel versehen, welcher bei dem inneren Cylinder eine passende Oeffnung zum Einsetzen des Oelbehälters freiläßt, und bei dem äußeren mit einem Trichter zum Einfüllen von Wasser versehen ist. Der Oelbehälter sitzt mit seinem vorspringenden Ringe nicht direct auf der kupfernen Deckplatte, sondern auf einem an demselben befestigten Ebenholzringe auf, um Wärmeleitung vom Kupfergefäße zum Deckel des Oelbehälters zu



Abel's Apparat zur Bestimmung des Entflammungspunktes. Zu Seite 703.

verhindern. Das Thermometer e dient zur Beobachtung der Temperatur des Wassers, der Trichter s zum Einfüllen desselben. Die ganze Vorrichtung ruht auf einem gußeisernen Dreifuße, an dessen Ring g g ein kupferner Mantel B B so befestigt ist, daß der Deckel von C den Mantel oben abschließt. An einem der Füße des Gestelles ist vermittelst eines Armes die Heizlampe E angebracht.

Zur Ausführung einer Probe stellt man den Apparat vor Luftzug geschützt auf, füllt das Wasserbad soweit mit Wasser an, daß dieses aus einer oben angebrachten Oeffnung eben ausfließt, füllt das Lämpchen e bis zum unteren Ende

er Mündung mit Rüböl, beschneidet den Docht so weit, daß er eine Flamme on 3·8 Mm. Durchmesser liefert, erwärmt das Wasserbad auf 54° C., gießt das öchstens 18° warme Petroleum bis zur Marke ins Oelgefäß und setzt dieses mit em Deckel verschlossen in das Wasserbad ein. Nun wird das Lämpchen eingeängt und die Temperatur des Oelbehälters genau beobachtet. So wie dieses 9° C. zeigt, wird der Schieber während dreier Schwingungen eines zu diesem Beufe aufgestellten Pendels langsam zurückgezogen, wobei die Oeffnungen bloßgelegt erden und die Flamme sich gegen die mittlere derselben neigt. Mit der vierten Pendelschwingung werden die Oeffnungen rasch wieder geschlossen. Dies wird iederholt, so oft das Thermometer b um 1° gestiegen ist, bis schließlich Entlammung des im oberen Theile des Oelbehälters befindlichen Gasgemisches eintritt.

In neuerer Zeit hat dieser Apparat übrigens viele Verbesserungen erfahren, so esonders die, daß das Oeffnen des Schiebers und das Neigen des Lämpchens utomatisch durch ein Uhrwerk erfolgt, welches nach einem leichten Drucke auf einen Hebel zu functioniren beginnt. Dann entfällt auch die Beobachtung der Pendelchwingung, da sich das Oeffnen und Schließen des Schalters stets innerhalb der leichen Zeit vollzieht.

Von der Entflammbarkeit eines Petroleums ist dessen Entzündbarkeit wohl u unterscheiden. Während der Entflammungspunkt nur jene Temperatur angiebt, ei welcher sich die über dem Petroleum befindlichen Dämpfe entzünden, ohne daß as Oel selbst brennend wird, beginnt bei Erreichung des Entzündungspunktes das Petroleum selbst zu brennen. Zur Ermittelung der Gefährlichkeit eines Petroleums it jedoch nur der Entflammungspunkt maßgebend, da die bei niederer Temperatur entflammbaren Dämpfe die Möglichkeit einer Explosion bedingen. Und um ei der Bestimmung des Entflammungspunktes stets gleichmäßige Resultate zu eralten, muß der beschriebene Apparat genau unter Einhaltung gewisser, conventioeller Dimensionen angefertigt sein. . . . .

Während man an vielen Stellen Petroleum gewinnt, dessen Consistenz wischen sehr dünnflüssig und theerartig wechselt, findet man an manchen Orten in Product, dessen Beschaffenheit jener des Wachses gleicht, welches aber mitunter eine iel größere Härte und Festigkeit besitzt, als ganz reines, gebleichtes Wachs. Man ezeichnet dieses Naturproduct wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Wachse als Erdwachs oder auch mit dem Namen Ozokerit, welcher »riechendes Horn« bedeutet, weil manche Fundorte ein Erdwachs geben, welches ein hornartiges Ansehen und einen starken Geruch besitzt. Vorzügliche Fundstätten für dieses interessante und werthvolle Product sind der Petroleumdistrict Galiziens und die Insel Tschelekan an der Westküste des Kaspischen Meeres. Da man das Erdwachs immer in der Nähe von Petroleumlagern findet, ist der gemeinsame Ursprung beider Producte unverkennbar.

Das Erdwachs besteht ebenfalls aus Kohlenwasserstoffen, unter welchen aber ie bei gewöhnlicher Temperatur festen und krystallinischen Verbindungen über-

wiegen, es enthält außerdem immer noch eine gewisse Menge harzartiger, sauerstoffhaltiger Körper, und es ist ziemlich wahrscheinlich, daß das Erdwachs dadurch entstanden ist, daß Kohlenwasserstoffe unter Verhältnissen, welche die Verdampfung derselben hinderten, durch lange Zeit mit Sauerstoff in Berührung waren und dabei eine theilweise Oxydation erlitten. Erdwachs findet sich ähnlich wie das Petroleum in Hohlräumen des Gebirges, in welchen es häufig gleichzeitig mit einer großen Menge von Gasen eingeschlossen ist. In vielen Fällen ist es jedoch auch mit Gyps und Salz, sowie mit solchen Mineralien untermengt, in welche es eingebettet ist.

Das Erdwachs wird auf bergmännische Art gewonnen, indem man bis zu seiner Lagerstätte einen Schacht niedertreibt und mittelst Stollen den Nestern, in welchen es sich befindet, folgt. Bei Eröffnung eines solchen Nestes kommt es bisweilen vor, daß das Erdwachs in Folge des mächtigen Druckes, welchen die ebenfalls vorhandenen Gase ausüben, als eine weiche Masse mit großer Gewalt wie aus einem Rohre herausgepreßt wird und die Arbeiter sich rasch nach höher gelegenen Stellen des Schachtes flüchten müssen.

Die Kraft, mit welcher das Erdwachs aus solchen Hohlräumen hervorgetrieben werden kann, ist so mächtig, daß es in manchen Fällen selbst Schächte von bedeutender Tiefe ganz erfüllt und man das hervordringende Erdwachs an der Oberfläche mit Hilfe des Spatens wegnehmen kann.

Das unmittelbar aus der Grube kommende Erdwachs wird, bevor es in den Handel gebracht wird, einer Schmelzung unterzogen, welche die Abscheidung der fremden Körper bezweckt. Das Schmelzen des rohen Erdwachses wird in großen Kesseln vorgenommen, welche entweder durch freies Feuer oder mittelst Dampf geheizt werden. Man erhält es so lange im geschmolzenen Zustande, bis sich die erdigen Verunreinigungen zu Boden gesetzt haben, und schöpft es dann in Gefäße in welchen es erstarren gelassen wird.

Das Erdwachs dient zur Gewinnung des sehr werthvollen Paraffins, welches in der Kerzenfabrikation gebraucht wird, außerdem liefert es bei der trockenen Destillation mineralische Oele von gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung, wie sie auch bei der Destillation des rohen Erdöles erhalten werden.

Als ein weiteres Umwandlungsproduct des Erdöles haben wir ferner den **Asphalt** zu betrachten, und zwar entsteht er ebenfalls durch Sauerstoffaufnahme aus der Naphtha, nachdem die flüchtigen Antheile derselben entwichen sind. Er gehört zur Gruppe der Erdharze, und diese treten in den verschiedensten Formen, so als halbfester, schmieriger Bergtheer und als Asphalt, welcher somit gewissermaßen das Endglied dieses Umwandlungsprocesses darstellt, auf.

Die größte Verbreitung besitzt der Bergtheer, dessen Auftreten bei Wietz wir schon besprochen haben. Er ist stets mit Sand und Gestein untermischt und besitzt überhaupt eine sehr ungleichmäßige Zusammensetzung. Während der Bergtheer aber eine breiige Beschaffenheit besitzt, ist der Asphalt fest, ziemlich brüchig,

er hat einen schönen glänzenden schwarzen muscheligen Bruch, während das Pulver dunkelbraun gefärbt ist.

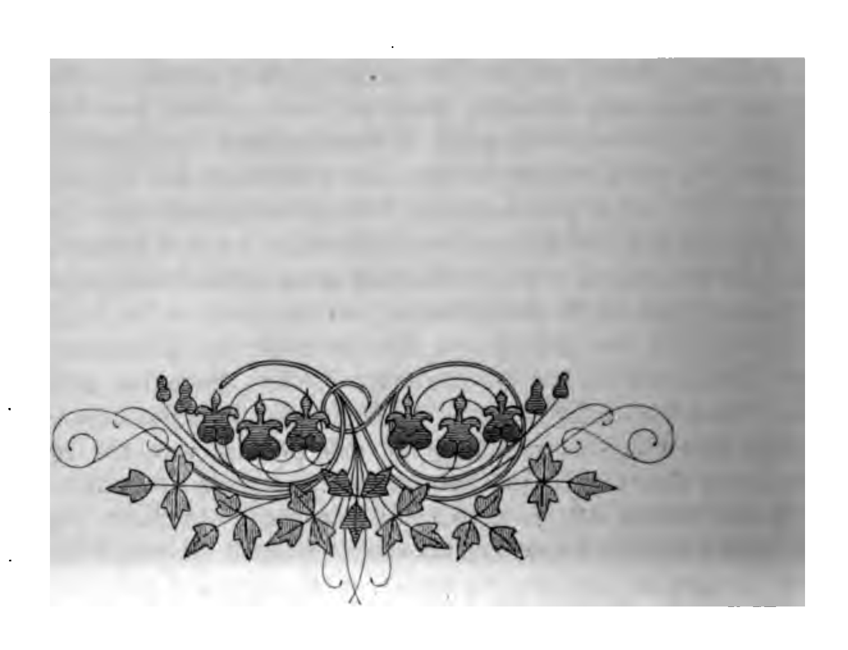
In Europa kommt der Asphalt nicht vor, doch findet er sich in größeren Mengen am Todten Meere — bekannt ist wohl Scheffel's köstliches Asphaltlied — ferner auf Trinidad, wo er einen ganzen See bildet. Außerdem kommt er in Kalkstein eingesprengt bei Neuchâtel und im Seyßel, Departement Aisne, vor.

Der erwähnte Asphaltsee auf Trinidad besitzt einen Umfang von mehr als 3 englischen Meilen und ist das größte bisher entdeckte Asphaltlager. Von größerer Entfernung betrachtet, gleicht er einem ruhigen, von keinem Lufthauche bewegten See, kommt man näher, so vermeint man eine schwarze Glasmasse zu erblicken. An der Oberfläche ist dieser See vollkommen fest, so daß man bei nicht zu großer Luftwärme ihn beschreiten kann, die unteren Schichten sind jedoch weich und plastisch und umschließen kleine Hohlräume, die mit Petroleum gefüllt sind.

In der Technik findet der Asphalt mannigfache Anwendung, er dient zur Darstellung von Lacken und Firnissen, als Aetzgrund in der Kupferstecherei und zur Herstellung von geräuschlosem Straßenpflaster und Fußböden.

Interessant ist das Verhalten des syrischen Asphaltes, welcher in Benzol oder Terpentinöl löslich ist, gegenüber dem Lichte. Ueberzieht man mit einer solchen Lösung eine Glas- oder Metallplatte und projicirt man auf diese im photographischen Apparate ein Bild, oder deckt man ein Negativ darüber und setzt beide dem Sonnenlichte aus, so werden die vom Lichte getroffenen Stellen unlöslich, die nicht belichteten dagen behalten ihre Löslichkeit bei und können mit Benzol oder Terpentinöl weggewaschen werden. Man erhält auf diese Weise eine Reproduction des ursprünglichen Bildes, und auf dieser Eigenschaft des Asphaltes beruht ein eigenthümliches photographisches Vervielfältigungsverfahren . . . .

Erdöl, Ozokerit, Bergtheer und Asphalt bilden also eine natürliche Familie, deren einzelne Glieder für den Menschen höchst werthvoll und nützlich sind. Eine gewaltige Industrie wurde, wie wir gesehen haben, auf das Vorkommen und die Gewinnung des Erdöles gegründet, und zahlreich sind die Producte, die daraus gewonnen werden. Das wichtigste bleibt aber immer das Petroleum, das seiner Billigkeit wegen wohl niemals vollständig durch ein anderes Leuchtmateriale wird verdrängt werden. Die Entwickelung der Industrien, welche Naphtha verarbeiten, können wir heute durchaus noch nicht als abgeschlossen betrachten, und der Satz, welchen wir diesem Abschnitte als Motto voranstellten, gewinnt immer mehr an Bedeutung. Schon ist es gelungen, aus Naphthaproducten durch geeignete Behandlung Farbstoffe und Seifen herzustellen, und es ist nicht daran zu zweifeln, daß diese Methoden noch manche Verbesserung erfahren werden. Damit ist aber dann dem Erdöle ein neues Gebiet der Verwendung und Verarbeitung geschaffen, dessen Bedeutung ungeheuer ist und dessen voraussichtliche Entwickelung gegenwärtig noch nicht vollständig überblickt werden kann.




Die Edelsteine.
Petrovits
gez.





Und noch Niemand hat's erkundet,
Wie die große Mutter schafft;
Unergründlich ist das Wirken,
Unerforschlich ist die Kraft.
Schiller.

So sehr auch das Menschengeschlecht dem Fortschritte huldigt, so sehr es bestrebt ist, zu den Errungenschaften, welche seine nach Jahrtausenden zählende Entwickelungsgeschichte zu verzeichnen hat, stets neue hinzufügen, so finden wir doch Anschauungen, welche beständig waren in dem steten Wechsel der Dinge, welche den ruhenden Pol bilden in der Erscheinungen Flucht.



Eine solche Erscheinung ist die Werthschätzung der Edelsteine. Genau wie zur Zeit der Pharaonen und der assyrischen Könige, wie in den Zeiten eines Perikles und Cäsar, genau wie zur Zeit Karls des Großen und zu jener Napoleons, erfreuen sich die Edelsteine noch des gleichen Ansehens und der gleichen Werthschätzung, sind sie auch heute noch das Symbol von Reichthum und Macht. Eine ähnliche Erscheinung hatten wir bei Besprechung der Edelmetalle kennen gelernt; diese spielen aber heute die Rolle einer Waare auf dem Weltmarkte und sind ein dem Culturmenschen unentbehrlicher Werthmaßstab geworden, sie sind an die Stelle des ursprünglich geübten primitiven Tauschverkehres getreten. Diese Verwendung finden die Edelsteine — wenigstens in den civilisirten Ländern — nicht, ihre Anwendung zu technischen Zwecken ist auch nur auf ganz wenige Fälle beschränkt, und doch besitzen sie einen Werth, für den eigentlich jeder Maßstab fehlt, der aber doch allgemein anerkannt wird. Es

ist dies eine höchst merkwürdige Erscheinung, für die sich wohl nur schwer ein triftiger Grund finden läßt.

Man könnte den Einwand erheben, daß es nicht nur Edelsteine sind, die sich einer solchen Werthschätzung erfreuen, ohne den Werth selbst und seine Begründung in sich zu tragen, daß das Gleiche vielmehr mit jedem Bilde, mit jedem Kunstwerke überhaupt, der Fall ist. Dies ist aber wohl nicht zutreffend. Jedes Bild, jedes Kunstwerk ist ein Stück des schaffenden Künstlers selbst, er hat seine Individualität hineingelegt und entweder ein Gebilde seiner Phantasie auf die Leinwand gezaubert oder durch die Kunst seines Pinsels eine herrliche Landschaft, ein gottbegnadetes Stück unserer Erde, eine historische Begebenheit oder den ausdrucksvollen Kopf eines Künstlers oder eines Gelehrten festgehalten.

In allen diesen Fällen ist der Eindruck, welchen der Besitzer bei der Betrachtung des Kunstwerkes erhält, total verschieden von jenem, der ihm zu Theil wird, wenn er blitzende Edelsteine durch seine Finger gleiten läßt. Hier hat er einen wahren Genuß, das jedem Menschen innewohnende Bedürfniß nach dem Schönen wird befriedigt und das ästhetische Empfinden angenehm berührt, und selbst bei Bildern, bei welchen dies nicht zutrifft — wir erinnern beispielsweise an einzelne, durch die Meisterhand Wereſtſchagin's festgehaltene Greuelscenen aus dem Krimkriege — müssen wir die meisterhafte Darstellung bewundern und dürfen uns nicht verhehlen, daß gerade solchen Kunstwerken ein hoher erziehlicher Werth zukommt. Denn der Zweck ist der gleiche, ob der Dramatiker die menschlichen Leidenschaften und ihre Folgen uns vorführt, ob ein Schriftsteller mit flammender Feder die Schäden seiner Zeit schildert, oder ob ein Künstler wie Wereſtſchagin das Menschengeschlecht auf eine höhere Stufe zu heben trachtet, indem er ihm die furchtbaren Greuel des ärgsten Verbrechens wider die Menschen selbst, den Krieg, vor Augen führt.

Kein einziges dieser Kriterien des Ursprunges der Werthschätzung tragen die Edelsteine an sich, und doch werden sie mit den höchsten Summen aufgewogen, trotzdem wird oft für einen schimmernden Stein eine größere Summe geboten, als der größte Künstler jemals empfing. Sie werden heute in gleicher Weise geschätzt, wie vor Jahrtausenden, und sie funkeln und leuchten noch ebenso in ihrem kalten Glanze — ohne das Herz zu erwärmen.

Wir sind heute im Stande, fast alle Edelsteine in solcher Weise zu imitiren, daß selbst gewiegte Kenner getäuscht werden und durch den bloßen Anblick nicht im Stande sind, den echten Stein von dem künstlichen zu unterscheiden. Auch dies hat den Werth echter Steine nicht zu beeinflussen vermocht, ebenso wenig, wie der Diamant an Werth verlor, seit man erkannt, daß er nichts weiter ist, wie Kohlenstoff, und daß auch Rubin und Saphir nur aus Thonerde, gefärbt durch minimale Beimengungen, bestehen, trotzdem diese Körper weit verbreitet auf der Erde sind.

Worin liegt nun die Ursache der Werthschätzung der Edelsteine? Wir glauben diese Frage dahin beantworten zu können, daß drei Factoren hier zusammenwirken,

und zwar einerseits die Seltenheit, andererseits der hohe Geldwerth, den solche Steine repräsentiren, und drittens die Macht der Gewohnheit, beziehungsweise des Nachahmungstriebes. Wohlhabende Personen erachten es nun einmal als »zum guten Ton gehörend«, schöne Edelsteine ihr Eigen zu nennen, sie stehen damit nicht allein, sondern Andere gehen mit dem Beispiele voran, — und dann ist der Edelstein ein gar so bequemes Mittel, um nach außen in einer von der Gesellschaft tolerirten Weise den Reichthum, den Besitz, zu zeigen. Man bewundert die herrlichen Brillanten, welche die Gattin eines Millionärs zur Schau trägt, würde es aber äußerst unpassend und abgeschmackt finden, wollte sie sich an Stelle der Steine mit Louisdors behängen. Es ist also ein ganz conventioneller Werth, der den Edelsteinen zukommt, der sie zu den am höchsten geschätzten Dingen macht, und dann ist es vielleicht auch die Freude an ihrem Glanze, an ihrem Gefunkel. Und Jene, die sich mit kindlich reiner Seele an den blitzenden Steinen zu erfreuen vermögen, einerlei, ob sie die glücklichen Besitzer sind oder nicht, denen bei Betrachtung fremder Edelsteine nicht der geheime Wunsch aufsteigt, sie mögen ihr Eigen sein — diese haben wohl das Richtige getroffen. Für diese Glücklichen ist dann der Edelstein dasselbe, was dem Naturfreund ein herrlicher Sonnenaufgang und thaufrischer Morgen — eine Naturerscheinung, die uns zu erfreuen vermag und die wir frohen Herzens genießen. . . .

Als Edelsteine im eigentlichen Sinne des Wortes pflegt man in der Regel solche Mineralien zu bezeichnen, welche nicht nur sehr selten vorkommen, sondern sich auch durch sehr große Härte, schöne Färbung, Durchsichtigkeit und Unangreifbarkeit, sowie bisweilen auch durch schönes Farbenspiel auszeichnen. Die Zahl jener Mineralien aber, welchen diese Eigenschaften zukommen, ist eine sehr geringe, und gewöhnlich rechnet man zu ihnen nur den Diamant, den Rubin, den Saphir, den Smaragd und den Opal.

Den Uebergang zu den Halbedelsteinen bilden dann Topas, Türkis, Zirkon, Spinell, Chrysolith u. s. w.

Die Halbedelsteine von geringerem Werthe, aber oft sehr schöner Färbung und Zeichnung, kommen relativ häufig und bisweilen in ansehnlichen Stücken in der Natur vor, und sie werden vielfach zur Herstellung minder kostbarer Schmuckgegenstände, sowie zur Verzierung verwendet. Zu diesen Halbedelsteinen kann man rechnen: die Granaten, die verschiedenen farbigen Varietäten des Quarzes, wie Amethyst, Citrin, Heliotrop, Carneol u. s. w., dann einzelne Abarten des Feldspathes, den Lapis lazuli, Labrador und manche andere.

Gewisse Mineralien von schöner Farbe und Zeichnung, wie der Malachit, der Achat, Onyx u. dgl. werden nicht selten zum Schmucke von Kunstarbeiten verwendet, der eigentliche Werth dieser Mineralien ist jedoch ein geringer und hängt hauptsächlich nur von der Bearbeitung, dem Schliffe ab.

Ueberhaupt spielt bei den Edelsteinen und Halbedelsteinen die Bearbeitung eine bedeutende Rolle. Erst der Schliff verleiht dem Steine den Werth und läßt,

wenn er in sachgemäßer Weise ausgeführt wurde, die Vorzüge jedes einzelnen Stückes in der richtigen Weise hervortreten. Andererseits kann durch unzweckmäßigen Schliff der Werth eines Edelsteines wesentlich vermindert werden, und es sind verschiedene Fälle bekannt, daß sich Besitzer besonders großer Edelsteine, die aber nicht in der vortheilhaftesten Weise geschliffen waren, entschlossen, trotz der damit verbundenen Verkleinerung und Gewichtsverminderung des Steines, diesen doch nochmals schleifen zu lassen.

So sehr Edelsteine aller Art auch schon im Alterthume geschätzt wurden, so war man in jener Zeit doch noch nicht im Stande, dem Steine durch den Schliff erst die rechte Geltung zu verschaffen. Vielmehr verwendete man die Steine im ursprünglichen Zustande, also mit ihrer matten Oberfläche, man kehrte die mehr regelmäßig geformte Seite nach außen und fügte den Stein in dieser Stellung in die Fassung ein. Dies können wir an allen, aus früheren Zeiten auf uns gekommenen edelsteinbesetzten Kunstwerken beobachten, und auch noch die alte deutsche Kaiserkrone, die sich in der kaiserlichen Schatzkammer zu Wien befindet, zeigt uns dies.

Erst im XV. Jahrhunderte wurde man mit der Kunst der Edelsteinschleiferei, besonders aber mit der Diamantenschleiferei, allgemein bekannt, und gewöhnlich wird Louis de Berquen, geboren zu Brügge, als Erfinder der Steinschleiferei (1456) bezeichnet. Diese Annahme beruhte jedoch lediglich auf einer Stelle des Buches von Robert de Berquen, eines Goldarbeiters zu Paris und Nachkommen des genannten »bürgerlichen Steinschneiders«, betitelt: »Wunder von West- und Ostindien, oder neues Verfahren mit Edelsteinen 1661«. Vor wenigen Jahren wurden jedoch Documente entdeckt, welche das Verdienst Louis de Berquen's sehr verminderten. Die verspätete Behauptung des Pariser Juweliers findet durch keinerlei Zeugniß der entsprechenden Epoche eine Bestätigung: dagegen ist in einer Beschreibung von Paris, im Jahre 1407 durch Guillebert de Metz verfaßt, von mehreren kunstsinnigen Arbeitern die Rede, welche Diamanten verschiedener Form polirten. Daraus läßt sich nun wohl mit großer Wahrscheinlichkeit ableiten, daß die Kunst der Edelsteinschleiferei im XV. Jahrhundert nicht erfunden ward, sondern daß sie blos sich vervollkommnete, und zwar war Brügge, auch gegenwärtig der Hauptsitz der Kunstindustrie in Belgien, damals schon der wichtigste Platz für die Diamantenschleiferei.

Wie begreiflich, hat aber auch diese Kunst im Laufe der Zeit manche Verbesserung erfahren. Einen hervorragenden Antheil daran nimmt aber die Mineralogie, beziehungsweise ein Zweig derselben, die Krystallographie. Die einzelnen Mineralien, und somit auch die Edelsteine, krystallisiren nämlich in ganz bestimmten und charakteristischen Formen, welche vollkommen gesetzmäßig gebaut sind, und deren Gesetzmäßigkeit sich an jedem Krystallindividuum nachweisen läßt. Es ergab sich nun, daß die schon aus früherer Zeit bekannte Spaltbarkeit vieler Edelsteine im Zusammenhange steht mit der Krystallform, beziehungsweise daß jedes Krystallsystem

eine Richtung besitzt, in welcher das betreffende Krystallindividuum sich trefflich spalten läßt, und daß gewöhnlich auch andere Spaltungsrichtungen, jedoch mit geringerem Spaltungsvermögen, vorhanden sind. Die Spaltungsvorrichtung steht aber stets in Beziehung zu dem Achsensysteme der betreffenden Krystallform, man braucht also nur einen Krystall nach einer allgemeinen Regel zu orientiren, um sogleich die Richtung der besten Spaltbarkeit erkennen zu können.

Von dieser Spaltbarkeit wird bei Bearbeitung der Edelsteine der umfassendste Gebrauch gemacht, und man erreicht dadurch zwei wesentliche Vortheile. Einerseits kommt man rascher zum Ziele, also zur Erreichung der gewünschten regelmäßigen Form, wenn der Stein gespalten wird, als wenn die Ecken und Kanten abgeschliffen werden, andererseits besitzen die einzelnen Spaltungsstücke selbst noch einen Werth und können ebenfalls bearbeitet und geschliffen werden, während man durch das Abschleifen nur ein staubfeines Pulver erhält.

Auch die Art und Weise des Schliffes, die Anordnung der einzelnen Flächen, deren Größenverhältniß und Aufeinanderfolge wurden wesentlich vervollkommnet, und gerade durch den Schliff wird ein Stein erst zur rechten Geltung gebracht. Dabei dürfen wir jedoch nicht vergessen, daß gerade bei der Werthschätzung der Edelsteine und bei der Wahl des Schliffes ein Factor eine überaus große Bedeutung besitzt, nämlich die Mode. Hauptsächlich die Mode ist es, welche ausschlaggebend für die Wahl des Schliffes bei Edelsteinen ist, sie bevorzugt ein Jahr Rauten, das andere Brillanten, und wenn heute Saphire als »Modesteine« gelten, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß dies im kommenden Jahre ebenfalls der Fall sein wird, denn die Mode beweist ihr Dasein eben durch den steten Wechsel. . . .

Wir wenden uns nun den einzelnen Edelsteinen zu und wollen deren Gewinnung und Eigenschaften, ihre chemische Zusammensetzung und überhaupt Alles, was von Bedeutung und Interesse ist, kennen lernen.

Von allen Edelsteinen am höchsten geschätzt ist der Diamant, und schon im Alterthume stand er in hohem Ansehen, dies aber nicht nur seines Werthes wegen, sondern aus dem Grunde, da man ihm verschiedene Eigenschaften nachrühmte. So behauptete man, er lasse sich nicht zertrümmern, und ehe nur ein Splitter sich loslöse, wird der Amboß, auf welchem man ihn mit dem Hammer bearbeitet, tief in den Boden getrieben. Auch durch das Feuer werde er — so sagte man — nicht verändert, dagegen gelingt es, ihn durch Bocksblut zu zersprengen. Die Wirkung des Bocksblutes auf den Diamant ist aber um so intensiver, je rascher der Bock getödtet wurde, und es vermag ihr kein Diamant zu widerstehen, wenn der Bock vor der Tödtung Petersilie gefressen — und Wein getrunken hatte. Auch den Besitz magnetischer Kraft schrieb man dem Diamant zu, und Plinius berichtet, daß der Diamant dem Magnete das Eisen zu entreißen vermag. Nicht wundern darf es uns dann, daß dem Diamant auch heilkräftige Wirkungen zugeschrieben wurden, er sollte Gifte unschädlich machen, Wahnsinn vertreiben, und

überhaupt auf den Menschen den größten Einfluß ausüben. Und alle diese Eigenschaften drückten sich auch in dem Namen dieses Steines aus, er wurde Adamas, der Unbezwingliche, geheißen.

Während alle anderen Edelsteine Verbindungen zweier oder mehrerer Elemente sind, besteht der Diamant aus einem Elemente, er ist reiner krystallisirter Kohlenstoff. Und als solcher zeigt er auch alle Eigenschaften des amorphen Kohlenstoffes, er ist verbrennbar, und das Product dieser Verbrennung ist Kohlensäure. Natürlich besitzt der Diamant nicht die ihm von Plinius nachgesagten Merkmale, er ist weder magnetisch, noch zerspringt er, in Bocksblut getaucht, dagegen ist er sehr spröde, und schon ein geringer Druck oder Stoß bewirkt, daß er nach den Spaltungsebenen zerfällt.

Der Diamant krystallisirt regulär, und zwar meist in Form von Octaedern, Rhombendodekaedern und Hexakisoctaedern (Achtundvierzigflächnern). Im letzteren


Octaeder. Rhombendodekaeder. Hexakisoctaeder (Achtundvierzigflächner).
Krystallformen des Diamants. Zu Seite 716.

Falle sind die einzelnen Flächen gewöhnlich keine Ebenen, sondern sie sind schwach gekrümmt, so daß sich die Form des Krystalles dann mehr oder minder der Kugelgestalt nähert.

Der Diamant besitzt von allen bekannten Körpern die größte Härte, daher wird er auch nur von seinesgleichen geritzt, und nur mit Hilfe seines Staubes kann er geschliffen werden. Auf der Entdeckung dieser Thatsache beruhte die Erfindung der Kunst, den Diamant zu schleifen, und dies ist um so auffallender, als nachweisbar schon in viel früherer Zeit der Diamantstaub — Diamantbort geheißen — benützt wurde, um andere, minder harte Edelsteine zu schleifen.

Außer der großen Härte besitzt der Diamant aber noch manche andere und interessante Eigenschaft. So kommt ihm kein anderer Körper mit Bezug auf Glanz und Lichtbrechungsvermögen nahe, und diese Eigenschaften sind es, welche das »Feuer« und das herrliche Farbenspiel dieses edelsten der Schmucksteine bedingen. Im ungeschliffenen Zustande besitzt der Diamant freilich ein unscheinbares Aussehen, die Oberfläche ist meist rauh und der Glanz matt, desto herrlicher treten beide aber nach dem Schleifen in Erscheinung, und der Schliff ist es daher eigentlich, welcher dem Diamant seinen Werth verleiht und ihn zu dem macht, was

man unter dem Worte »Diamant« sich vorzustellen pflegt. Auch das Sprichwort hat sich dies zu Nutze gemacht, wenn es einen trefflich veranlagten Menschen, dessen gute Eigenschaften aber nicht sogleich zum Ausdrucke kommen, mit einem ungeschliffenen Diamant vergleicht.

Die werthvollsten Diamanten sind jene, welche vollkommen farblos sind, diese sind aber relativ selten. Viel häufiger sind dagegen Steine, welche eine schwarze, rothe, grüne, blaue, graue oder gelbe Färbung besitzen. Mit Ausnahme der schwarzen Diamanten, welche vollkommen undurchsichtig sind, ist die Färbung aber gewöhnlich nur angedeutet, und sie verräth sich blos durch einen Schimmer in einer der erwähnten Nuancen. Größere Steine dagegen, welche ausgesprochen gefärbt sind, besonders solche, deren Farbe roth, blau oder grün ist, besitzen dagegen wieder, soferne sie nur vom ersten Wasser sind, d. h. keine Fehler zeigen, einen höheren Werth als farblose mit gleichem Gewichte. Es steht dies mit der großen Seltenheit solcher Steine im Zusammenhange.

Häufig sind Diamanten durch Einschlüsse getrübt, welche nach dem Verbrennen des Steines hinterbleiben. Solche Einschlüsse vermindern natürlich den Werth eines Diamanten sehr, ja sie können ihn, falls sie in größerer Menge vorhanden sind, fast ganz allen Werthes berauben. Um Steine mit kleineren Einschlüssen doch als werthvolle Schmuckstücke verwenden zu können, verfährt man, wo es die Umstände zulassen, in der Weise, daß man den Stein in solcher Weise spaltet, daß die Einschlüsse in der Nähe der durch die Spaltung geschaffenen neuen Oberfläche zu liegen kommen und dann weggeschliffen werden. Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn die Trübung nur an einer Stelle sitzt und nicht der ganze Stein Einschlüsse enthält.

Während farblose und vollkommen reine Diamanten relativ selten sind, ist der schwarze Diamant so häufig, daß er in ausgedehntem Maße in der Technik Verwendung findet. Er kommt gewöhnlich in Stücken von der Größe einer Haselnuß vor, doch wurden auch schwarze Diamanten gefunden, welche 1 Kgr. wogen. Diese Carbonados oder Carbonate besitzen aber in der Regel nicht die homogene Beschaffenheit der farblosen oder nur ganz wenig gefärbten Steine, vielmehr bestehen sie in der Mehrzahl der Fälle aus einem Haufwerk octaedrischer Krystalle und lassen gewöhnlich auch die glatte oder nur wenig gerauhte Oberfläche vermissen. Viele sind sogar an der Oberfläche porös und besitzen dann eine große Aehnlichkeit mit einem Stück Bimsstein oder Coaks. Wegen dieses Aussehens hat man früher die schwarzen Diamanten als Diamantcoaks angesehen, also geschlossen, daß sie gewissermaßen durch trockene Destillation farbloser Steine entstanden seien. Doch ist, wie eingehende Untersuchungen über das Verhalten des Diamants bei höherer Temperatur mit und ohne Luftabschluß ergaben, diese Annahme in keiner Weise zutreffend.

Der Satz, welchen wir diesem Abschnitte voranstellten, findet auf den Diamant die vollste Anwendung. Es ist begreiflich und es liegt in der Natur des Menschen,

daß er über jede sich ihm darstellende Erscheinung zu grübeln beginnt, um ihr Wesen und ihre Ursache zu ergründen. Der Diamant lockt geradezu an, sich über seine Entstehung in Hypothesen zu ergehen, umsomehr als wir ja wissen, daß er nur eine Erscheinungsform eines sonst allgemein verbreiteten Elementes, des Kohlenstoffes ist, das, seiner Proteusnatur folgend, bald als Kohle, bald als Graphit und bald als Diamant auftritt. Während wir aber heute über den Ursprung der Kohle nicht im geringsten mehr im Zweifel sind, während wir auch die Abstammung des Graphites kennen und wissen, daß dieser nur als das Endproduct des Carbonisationsprocesses angesehen werden kann, vermögen wir bezüglich der Entstehung des Diamants nur Muthmaßungen zu hegen, die aber alle einer wirklich greifbaren Unterlage vollständig entbehren, denn auch das Experiment läßt uns hier vollkommen im Stich.

Am nächsten liegt es wohl, den Carbonisirungsproceß, beginnend mit dem Absterben der grünen Pflanze, durch Torfbildung, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit und Graphit noch weiter fortgesetzt zu denken, so daß das Endproduct dieses Vorganges endlich in der Abscheidung reinen Kohlenstoffes, krystallisirt nach dem tesseralen System, als Diamant bestände. Diese Hypothese wurde durch Liebig aufgestellt, ohne daß es bis jetzt gelungen wäre, dafür auch nur den Schimmer eines Beweises zu erbringen.

Andere Forscher suchen wieder die Entstehung des Diamants durch Vorgänge rein chemischer Natur zu erklären, so durch Reduction kohlensaurer Salze durch Alkalimetalle oder durch Abscheidung aus dampfförmigen Kohlenwasserstoffen. Die Anschauungen differiren aber sehr bedeutend. Denn während Manche die Bildung des Diamants nur bei sehr hoher Temperatur und unter enormen Drucken zugeben wollen, behaupten wieder Andere, daß der Diamant niemals hohen Hitzegraden ausgesetzt gewesen sein kann und gerade für die letztere Annahme wird ein Experiment ins Treffen geführt, welches allerdings diese Annahme zu rechtfertigen scheint. In manchen in Brasilien gefundenen Diamanten kommen nämlich grün gefärbte, algenartige Einschlüsse vor. Friedel fand nun, daß diese Einschlüsse bei der Temperatur des siedenden Cadmiums sich braun färben, und er schließt daraus, daß diese Diamanten bei einer Temperatur entstanden sind, welche tiefer liegt als 770°, und daß sie überhaupt nie dieser Temperatur ausgesetzt waren.

Um nun wenigstens die wichtigsten Anschauungen über die Entstehung der Diamanten zu geben, wollen wir noch anführen, daß mehrere Forscher, und besonders solche, welche eingehend das Vorkommen der Diamanten auf ihrer natürlichen Lagerstätte studirten, aus diesem schließen, daß die Diamanten schon als solche im Erdinnern vorhanden sind und sammt der Breccie, in welche sie eingebettet sind, aus dem Erdinnern emporstiegen. So hochinteressant nun auch diese Beobachtung ist, so vermag sie uns doch über die Bildung des Diamants keinen Aufschluß zu geben — und eine Ursache muß doch vorhanden sein, daß sich einmal der Kohlenstoff in Form eines amorphen Pulvers, als Flammruß in feinster Vertheilung,

dann aber wieder als glänzender und krystallisirter Diamant auszuscheiden vermag.

Während aber manche andere Hypothese, so beispielsweise jene, welche den Ursprung des Erdöles auf abgestorbene Meeresthiere zurückführt, durch das Experiment bestätigt werden konnte, hat gerade beim Diamant der Versuch alle Forscher, bisher wenigstens, im Stiche gelassen. Es ist begreiflich, daß sich diesem Problem schon so Mancher zugewendet hat und daß schon Viele bemüht waren, künstliche Diamanten herzustellen. Und zwar waren dies nicht etwa moderne Alchymisten, die auf diese Weise reich werden wollten, sondern Männer der Wissenschaft, denen es nicht um den schnöden Mammon, sondern darum zu thun war, der Wahrheit zu dienen. Die Bemühungen dieser Männer waren aber bisher vergebens. Noch Keinem ist es gelungen, trotz Anwendung der scharfsinnigsten Methoden und trotz aller der verschiedenen Hilfsmittel, die die Technik heute dem experimentirenden Chemiker zu Gebote stellt, Diamanten zu erhalten, und selbst die Nachricht, die vor mehreren Jahren die Runde durch alle Zeitungen machte, daß man mikroskopische Diamanten thatsächlich hergestellt habe, hat sich nicht bewahrheitet. Wie Diamanten entstehen, ist daher heute noch immer ein Buch mit sieben Siegeln. Wir dürfen aber nicht daran zweifeln, daß es doch dereinst einmal möglich sein wird, den unbezwinglichen Diamant aus dem Laboratorium des Chemikers hervorgehen zu sehen. Allerdings, der Werth dieses köstlichen Schmucksteines wird dann beträchtlich sinken und möglicherweise wird der Diamant aufhören, ein Werthgegenstand und ein Schmuckstein zu sein. Keiner Dame wird es dann mehr in den Sinn kommen, sich mit blitzenden Steinen zu behängen, wo doch künstliche Diamanten billig zu haben sind. Aber dann wird die Technik einen ungeahnten Nutzen daraus ziehen und dann wird auch die dritte Modification des Kohlenstoffes dem Menschen ebenso werthvoll und nützlich werden, wie es die beiden ersten sind....

Der Werth der Diamanten ist außer von ihrer Größe und ihrem Gewichte in hohem Grade von der Farbe und der Reinheit abhängig. Am kostbarsten sind natürlich jene Steine, welche vollkommen farblos sind und auch sonst keine Fehler, wie trübe Stellen im Innern, besitzen. Solche Diamanten werden als »Diamanten vom ersten Wasser« bezeichnet. Steine dagegen, welche zwar auch noch farblos sind, aber doch an einzelnen und kleinen enge umschriebenen Stellen durch Einschlüsse getrübt sind, heißen vom zweiten Wasser, und vom dritten Wasser heißen stark getrübte oder überhaupt nicht farblose, also rothe, braune, gelbe Diamanten.

Um nun im Diamantenhandel eine Grundlage für die Bewerthung eines Diamants zu besitzen, hat man sich schon vor sehr langer Zeit dahin geeinigt, die Werthbestimmung dem Gewichte nach vorzunehmen, als Gewichtseinheit dient das Karat. Ein Diamant wird aber umso werthvoller, je größer er ist, doch steigt der Werth nicht proportional dem Gewichte, sondern im Quadrate desselben. Kostet beispielsweite 1 Karat 200 Mark, so kostet ein Diamant im Gewichte von

2 Karat nicht 400, sondern 800 Mark, und ein solcher im Gewichte von 3 Karat 1800 Mark u. s. f. Um also den Geldwerth eines Diamants zu ermitteln, multiplicirt man das Gewicht in Karat mit sich selbst und das Product mit dem Preise eines Karates. Ein Stein im Gewichte von 12 Karat kostet also 12 × 12 = 144 × 200 = 28.800 Mark. Diese allgemeine Regel pflegt aber nur bei Diamanten im Gewichte bis zu 20 Karat angewendet zu werden, der Werth schwererer Steine wird ganz nach freiem Ermessen bestimmt, und es ist dann Sache des Käufers, mit sich einig zu werden, welchen Preises er solch einen Stein werth erachtet.

Das Karat hat eine ganz merkwürdige Abstammung. Es leitet sich diese Bezeichnung von dem arabischen Namen des Johannisbrotbaumes, kirat, ab. Die getrockneten Kerne dieses Baumes wurden nämlich benützt, um in Afrika das Gold, in Indien die Diamanten zu wiegen, und sowohl der Name Karat, als auch das durchschnittliche Gewicht eines solchen Samens hat sich als Juwelengewicht ganz allgemein eingebürgert. Und trotzdem seit Einführung des metrischen Maßes und Gewichtes das Karat in Oesterreich und Deutschland gesetzlich abgeschafft wurde, hat es sich doch erhalten und wird noch immer verwendet. Wie es aber mit den alten Maßen in der Regel der Fall war, so ging es auch hier: das Karat ist durchaus kein an allen Orten gleich schweres Gewicht, sondern in den einzelnen Ländern werden Karatgewichte von verschiedener Schwere verwendet. So wiegt ein Karat in

Oesterreich	0·206103	Gr.
Deutschland	0·205537	»
Frankreich	0·205000	»
England	0·205300	»
Holland und Rußland	0·205894	»
Spanien	0·205420	»
Portugal	0·205782	»

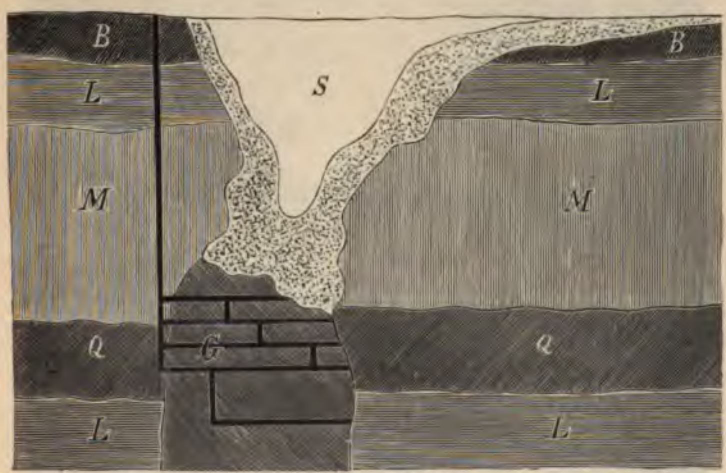
Wenn diese Unterschiede im Gewichte auch recht geringfügig sind, sie bewegen sich in den Zehntelmilligrammen, so spielt eine solche Differenz bei dem hohen Werthe eines Karates doch immerhin eine Rolle. Im Allgemeinen wird man jedoch nicht fehl gehen, wenn man ein Karat zu 0·205 Gr. (205 Mgr.) annimmt.

Auch der Preis, der für ein Karat bezahlt wurde, ist nicht immer der gleiche geblieben, und besonders seit der Entdeckung der reichen Diamantenlager in Südafrika ist er stark zurückgegangen.

Die einzelnen Fundorte von Diamanten, welche bis zum Beginne des XVIII. Jahrhunderts bekannt waren, befanden sich in Borneo und Ostindien, bald wurden aber die Diamantenlager in Brasilien entdeckt und im Jahre 1727 gelangten von dort die ersten Steine nach Europa. Nun kam aber die Zeit des

bedeutenden Aufschwunges des Bergbaues, man durchforschte die Gebirge in rationeller Weise, und dies hatte auch die Entdeckung weiterer Fundstätten von Diamanten im Gefolge. So wurden sie zunächst im Ural gefunden, dann in Nordamerika, Mexiko, in Australien, und im Jahre 1867 wurden die sehr ergiebigen Lager im Caplande erschlossen.

Ueber die ursprüngliche Lagerstätte der Diamanten ist man noch nicht im Klaren, überall werden sie nur aus Trümmergesteinen und angeschwemmtem Lande gefördert, und gewöhnlich sind es ausgetrocknete Flußbette, Breccien, Kiese und Seifen, in welchen man Diamanten, sehr häufig in Begleitung von Gold, antrifft. In Südafrika werden sie in dem sogenannten »blue ground«, einem blaugrauen



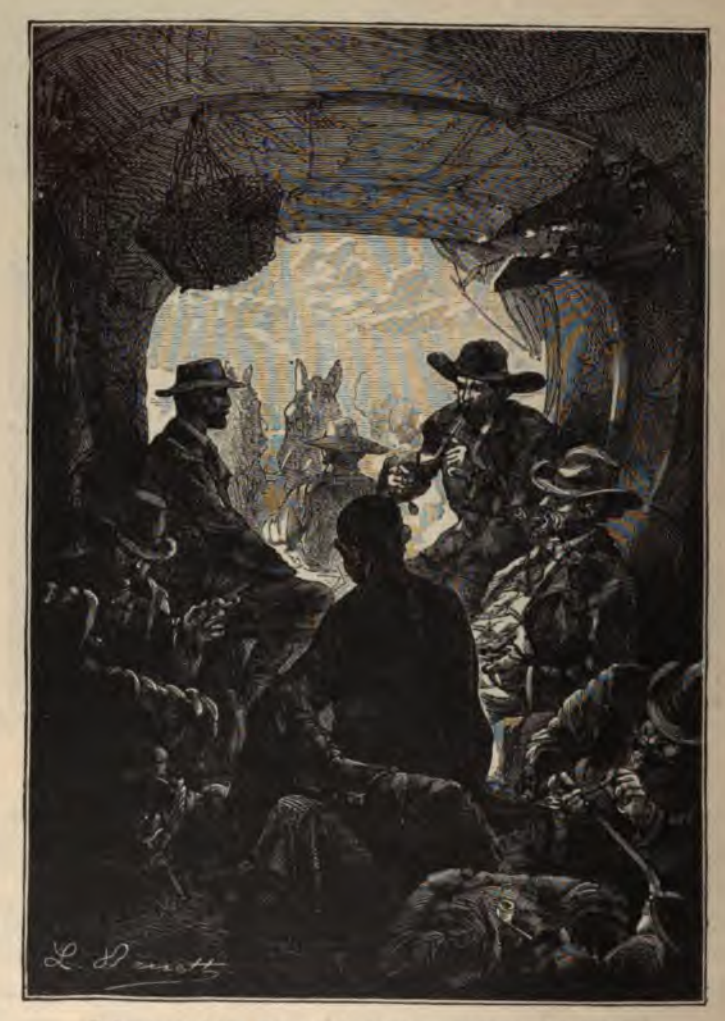
Die Kimberley-Mine in Südafrika. S Spalte, B Basalt, L Blackschale (schwarzer kohlenreicher Schiefer), M Melaphir, G Grubenbauten im »Blauen Grund«. Zu Seite 721.

Thone, der reichlich mit Bruchstücken anderer Mineralien durchsetzt ist und sich in trichterförmigen, alten Kratern nicht unähnlichen Bodenvertiefungen angesammelt hat, gefunden.

Ursprünglich geschah die Gewinnung der Diamanten überall auf höchst primitive Weise, die mit dem Waschen des Goldes große Aehnlichkeit hatte. Die ausgegrabene Erde wurde in besonderen Vorrichtungen einem Waschprocesse unterworfen, der aus den schweren Antheilen bestehende Rückstand getrocknet und schließlich auf das Sorgfältigste durchsucht, um die Edelsteine auszulesen. Solange dazu Handarbeit angewendet wurde, war die tägliche Leistung natürlich nur eine sehr geringe und, um nur halbwegs auf die Kosten zu kommen — Funde größerer Steine, die doch zu den Seltenheiten gehören, ausgeschlossen — mußte die Arbeit so billig als möglich sein. So verwendete man in Brasilien Sclaven zu diesem Zwecke; in neuerer Zeit hat man die theuere Handarbeit jedoch vollkommen verlassen, man

legt ordentliche Stollen und Schächte an und benützt zum Waschen der diamantenführenden Erde besondere Maschinen, die durch Dampfkraft bewegt werden.

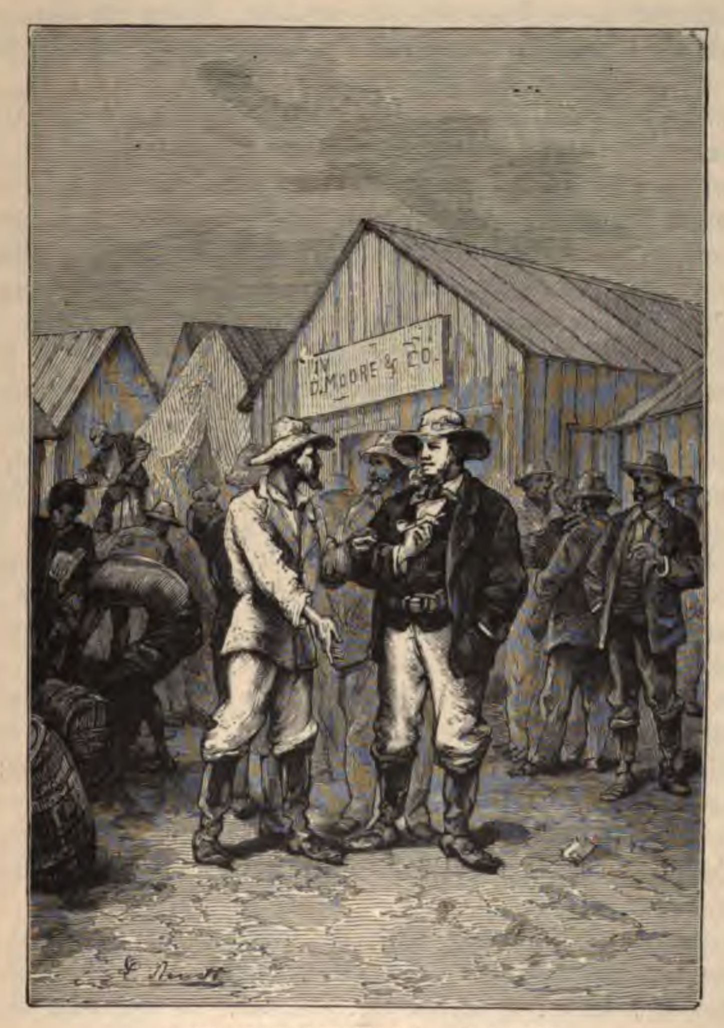
Großes Aufsehen, ja ein wahres »Diamantenfieber« erweckte seinerzeit die Entdeckung der südafrikanischen Diamantenfelder. Der erste Diamant wurde dort



Postwagen auf dem Wege nach den Diamantenfeldern. Zu Seite 721.

im Jahre 1867 bei Hopetown am Oranjeflusse gefunden, bald stieß man aber auf wahre Diamantenfelder zu beiden Seiten des Vaalflusses und im West-Griqualande. Die Engländer ließen nicht lange auf sich warten, und die Diamantenfundorte, welche im Griqualande lagen, belegten sie mit Beschlag, nachdem sie zuvor einen allerdings höchst fragwürdigen historischen Besitztitel geltend gemacht hatten.

ls der Afrikareisende Dr. Emil Holub im Jahre 1872 zum erstenmale diese iamantenfelder bereiste, wimmelte es dort von Abenteurern. Die Sicherheit des igenthumes und selbst des Lebens war ziemlich problematisch. Den Uebelthätern nnte man aber umsoweniger beikommen, als die meisten nach vollbrachter That



Colonie in den Diamantenfeldern. Zu Seite 725.

ıs Weite suchten und in einer halben Stunde von den Central-Diamantenfeldern ıs den Oranje-Freistaat erreichten, in welchem sie sich vollkommen sicher fühlten, ı die Regierung des Freistaates noch immer den Engländern ob der Annectirung on West-Griqualand grollte und sich deshalb auch nicht veranlaßt fühlte, der ıglischen Justiz zur Seite zu stehen.

Diese Verhältnisse änderten sich, als England dem verkürzten Nachbar eine größere Entschädigungssumme zahlte, und nun traten bessere und geregeltere Verhältnisse ein. Trotzdem fehlte es jedoch nicht an allerlei lichtscheuem Gesindel. Viele der herbeigeströmten Abenteurer, die mit der Vorstellung herbeikamen, sie brauchten thatsächlich die Diamanten nur aufzulesen, fühlten sich bitter enttäuscht, zur Verrichtung schwerer Arbeit besaßen sie keine Neigung und so verlegten sie sich denn auf das Stehlen und Wegelagern.

Diese catilinarischen Existenzen haben auch das Ihre zur Entwerthung der Capdiamanten beigetragen. Sie ließen nämlich Bergkrystallstücke in der dem Diamanten eigenthümlichen Form anfertigen, schafften sie nach den Diamantenfeldern und verkauften sie dort Unwissenden und Leichtgläubigen um einen billigen Preis — natürlich unter Auftischung eines Märchens, um eben den billigen Preis scheinbar zu rechtfertigen. In Europa wurden diese Fälschungen dann erkannt, die Furcht, mit unechten Capdiamanten betrogen zu werden, drückte aber den Preis dieser Steine sehr bedeutend, und es dauerte längere Zeit, bis er sich wieder erholte und jenem der Diamanten anderer Provenienz ebenbürtig wurde.

Eine treffliche und auch stellenweise humorvolle Schilderung des Lebens in den südafrikanischen Diamantenfeldern, wie es in früheren Jahren war, entwarf Lucian Hennig. Wir können uns nicht versagen, theilweise auf diese Schilderung näher einzugehen, da sie so recht zeigt, wie es an solchen Orten, an denen die Menschen hofften, mühelos reich zu werden, zuging, und da sie uns einen tiefen Blick in das Leben und Treiben des südafrikanischen Diamantengräbers gestattet, wie es vor Gründung der großen Gesellschaften, die jetzt die Ausbeutung der Diamantenfelder in die Hand genommen haben, war. Hennig sagt:

»In früherer Zeit war schon die Reise nach den Diamantenfeldern mit so vielen Umständlichkeiten verbunden, daß sie logischerweise auf jeden Abenteurer eine gewisse Anziehungskraft ausübte. Heute ist dies wesentlich anders: sowohl von Capstadt, als von Port Elisabeth führen Schienenwege bis fast in unmittelbare Nähe der Diamantenfelder, und in Kürze wird selbst Kimberley — der Mittelpunkt derselben — mit den wichtigeren Küstenstädten der Capcolonie durch Eisenbahnen verbunden sein.

In früheren Zeiten reisten die Diamantensucher und Jedermann, der im Hinterlande von Südafrika sein Glück suchte, mittelst der landesüblichen Postwagen, die auch heute noch überall dort verkehren, wo noch keine Eisenbahnen vorhanden sind. Der Postwagen, eine Art zwölfsitziger Omnibus mit Leinwandplanen ist auf einem rohen Gestelle mit vier ungeheueren Rädern aufgebaut, welche immer von dem Wasser der Flußläufe, die durch eine Furt passirt werden, naß bleiben. Die paarweise vorgespannten Pferde, welche im Nothfalle noch durch Maulthiere Unterstützung finden, werden von zwei, auf dem Bocke nebeneinander sitzenden Kutschern mit großer Geschicklichkeit geleitet; der eine Kutscher führt dabei die Zügel, während der andere mit Hilfe einer sehr langen, mehr einer Angel-

ruthe mit Schnur gleichenden Bambuspeitsche das Gespann nicht nur nachhaltig antreibt, sondern es auch gleichzeitig mit lenken hilft. Die Hauptbahn der Capcolonie, welche jetzt ausschließlich von Reisenden benützt wird, geht von Capstadt aus und verläuft über Boeaufort, eine hübsche, am Fuße der Nieuweldberge erbaute Stadt, über den Kamm der letzteren, wendet sich dann nach Viktoria, und führt endlich nach Hopetown — der Stadt der Hoffnung — am Ufer des Oranjeflusses, und von da nach Kimberley und nach den bedeutendsten Diamantenfundstätten, welche nur wenige Meilen davon entfernt sind.

Durch den öden Veld hatte man früher eine traurige, höchst einförmige Fahrt von etwa acht bis neun Tagen. Die Landschaft bietet überall einen nahezu trostlosen Anblick, röthliche Ebenen, mit ähnlich wie Moränen darauf verstreuten Steinen, graue Felsmassen im Niveau des Erdbodens, gelbliches, spärliches Gras und halbverhungerte Gesträuche, das ist Alles! Nirgends eine Spur von Cultur oder natürlichem Reiz. In weiteren Zwischenräumen eine elende Farm, deren Inhaber, wenn er von der Regierung die Landesconcession erhält, auch die Verpflichtung übernimmt, Reisende zu verpflegen. Das geschieht freilich nur in der primitivsten Weise. In diesen eigenthümlichen Herbergen giebt es weder Betten für die Menschen, noch Lagerstätten für die Pferde, höchstens einige Büchsen mit conservirten Nahrungsmitteln, die womöglich schon ein paarmal die Fahrt um die Erde mitgemacht haben, und die man fast mit Gold aufwiegen muß.

In Folge dessen wurden die Zugthiere in den Ebenen freigelassen, um sich selbst Futter zu suchen, wovon sie indeß nur magere Grasbüschel zwischen den Gesteinen fanden. Wenn die Fahrt dann weiter gehen sollte, machte es nicht geringe und mit ziemlichem Zeitverluste verknüpfte Mühe, jene wieder einzufangen. Und welche Stöße gab es in dem höchst primitiven Wagen auf den noch primitiveren Wegen! Die Sitze wurden einfach von den Kastendeckeln gebildet, welche zur Unterbringung der Gepäcksstücke dienten, und auf denen der unglückliche Insasse eine endlos lange Woche die Rolle einer Mörserkeule spielte. Wie zur Wiedervergeltung rauchten die Reisenden Tag und Nacht wie Fabriksschlote und tranken unmäßig. An ein erquickendes Schlafen war unter solchen Umständen natürlich nicht zu denken.

Die Diamantenregion ist im Sommer außerordentlich heiß und obendrein wasserarm. Die ersten Ansiedler waren vielen Entbehrungen ausgesetzt, und es war zu verwundern, daß keine Seuchen ausbrachen. Dann aber wuchsen Hôtels aus der Erde, und rasch zu Reichthümern gelangte Unternehmer umgaben sich mit allem erdenklichen Comfort und Luxus. Zugleich entstanden Kaffeehäuser und Schänken, Tanzsalons und Singspielhallen und zahlreiche Handelsläden. In diesen letzteren gab es Alles: Kleidungsstücke und Hausgeräthe, Schuhe und Fensterscheiben, Waffen und Stoffe, Bücher und Sessel, Besen und Jagdmunition, Lagerdecken und Cigarren, frische Gemüse und Arzneien, Pflüge und Toiletteseifen, Nagelbürsten und condensirte Milch, Backöfen und Steindruckbilder — kurz Alles und Jedes, was die Phantasie eines Gräbers ersinnen konnte.

In den Spielsälen fand sich alsbald bedenkliches Gelichter zusammen, welches unentgeltlich mit Champagner und den theuersten Cigarren bewirthet wurde. Dadurch wurden die schlechten Leidenschaften noch mehr entfesselt, dem Laster in mannigfacher Gestalt Thür und Thor geöffnet. Wer in den Feldern Glück hatte,



Ansicht einer trockenen Diamantengrube. Zu Seite 727.

konnte das Gewonnene in den Spielhöhlen wieder verlieren. Zu dem Diamantenfieber gesellte sich die Spielwuth, die Arm und Reich gleichmäßig ergriff und jede normale Arbeitsthätigkeit unmöglich machte. Um aber überhaupt von der Sache etwas zu haben, wurden von den Arbeitern unsinnige Löhne verlangt. Ein Arbeiter, der sich Zimmermann nannte, weil er die Fähigkeit besaß, einen Nagel

ein Brett zu schlagen, war unter 1 Livre Sterling pro Tag nicht zu
ommen u. s. w.

Die Diamantenfelder sind entweder River-Diggings (Flußgruben) oder Dry-
ggings (trockene Gruben). Die ersteren erstrecken sich nördlich des Vaalflusses



Inneres einer Grube. Zu Seite 729.

f vielleicht mehr als hundert englische Meilen, haben sich aber bisher nur in
begrenzten Gebieten als lohnend erwiesen. Die Hauptfundorte sind meistens an
ellen, wo der Fluß eine Biegung macht, und wo namentlich am äußeren aus-
öhlten Ufer sich ein Conglomerat von gewöhnlichen Flußablagerungen, thoniger
de, Kiesen, Blöcken von einer Art von Thonschiefer, häufig auch von Achaten,

Granaten, Bergkrystallen u. s. w. findet. Das Waschen selbst ist höchst einfach; der Grund wird ausgegraben, mit Ochsenkarren nach dem Flusse gefahren, dort in einer Art Wiege mit einem groben und einem feinen Siebe verwaschen und dann auf einer Tafel ausgebreitet und sortirt.

Die Dry-Diggings sind hauptsächlich auf Dutoitspan und Umgebung (Kimberley) beschränkt. Die Formation in dieser Gegend ist entschieden vulcanisch, und viele der von den Bergkuppen eingeringten Ebenen sind unzweifelhaft alte Krater. Diese Ebenen neigen sich alle ein wenig nach der Mitte hin und bilden dort, wenigstens während der Regenzeit, Teiche. Dieser niedrigste Punkt der Ebene ist wieder mehr oder weniger von einer vollständigen Erhöhung, einer Art Wall umgeben, und diese Wälle (Kopjes) sind die Fundorte von Diamanten in den Dry-Diggings. Die Kopjes selber haben folgende Formation: Die Mitte der Anhöhe besteht bis zu einer Tiefe von etwa 25 Meter aus einer Masse von verwittertem Schiefer mit Basalt, Eisenstein u. s. w. Ein verticaler Durchschnitt durch diese Masse giebt ein buntes Bild; zu oberst ist eine Lage von rothem Sande, mit einer Menge eingestreuter Granaten und Achaten, dann folgt eine Schichte von bröckeligem, weichem Kalksteine und eine Art Conglomerat, zuletzt die sogenannte ‚harte Bank', mit einer oberen Lage von schwarzen runden Knollen. Zwischen diesen werden die meisten Diamanten gefunden.

Die Eröffnung einer Diamantengrube geschah in folgender Weise: Ist ein neuer Fundort entdeckt worden, so wurde in einer von mindestens hundert Personen unterzeichneten Eingabe an den Regierungscommissär der Capcolonie um die Concession der Fundstätte nachgesucht. Hierauf nahm die Behörde Besitz von der Fundstätte, ließ sie vermessen und theilte sie in Felder (Claims), die 10 Meter lang und ebenso breit waren. Diese Claims wurden nun an jene Personen abgegeben, die den ersten Anspruch darauf erhoben, die Abgabe betrugt 10 Schilling pro Monat. Der Concessionär konnte sein Feld beliebig ausbeuten oder verpachten; das Feld selbst aber durfte bei Strafe des Verlustes der erworbenen Rechte nicht länger als eine Woche unbearbeitet bleiben.

Die erste Arbeit besteht darin, mittelst Spitzhaue und Schaufel den Boden auszuheben, der im Allgemeinen aus rothem Sande mit Kiesel gemischt besteht. An den Rand der Minen befördert, wird diese Erde nach Erzscheidetischen geschafft, um gewaschen, zerkleinert, gesiebt und endlich mit größter Sorgfalt auf ihren etwaigen Gehalt an kostbaren Steinen untersucht zu werden.

Da diese Claims alle unabhängig von einander ausgegraben werden, bilden sie natürlich Gruben von sehr verschiedener Tiefe. Die einen reichen wohl 100 Meter und noch mehr hinunter, während andere nur 15 oder 30 Meter tief sind.

Aus Rücksicht auf die Arbeit und den Verkehr ist jeder Concessionär durch amtliche Verordnung strenge verpflichtet, an den Seiten seines Loches 7 Fuß Durchmesser unberührt stehen zu lassen. Diese Fläche bildet im Vereine mit einer gleich großen, welche der Nachbar liegen lassen muß, eine Art Straße oder Erd-

wall im Niveau mit dem eigentlichen Erdboden. Darauf kommt dann dicht aneinander eine Reihe Balken zu liegen, welche auf jeder Seite über den Rand noch 1 Meter hinausragen, um dem Gang hinreichende Breite zu geben, so daß zwei Karren bequem aneinander vorbeigelangen können. Häufig stürzten aber diese Wälle, die oft die Höhe eines Kirchthurmes erreichten, ein, da sie unterarbeitet wurden, und dann mehr einer auf die Spitze gestellten Pyramide als einem sicheren Wege für Menschen und Thier glichen.«

»Nähert man sich der Mine — fährt Hennig fort — so sieht man zunächst nichts als Karren, welche leer oder beladen auf dem schwebenden Wege dahinrollen. Weiter herangekommen, kann man jedoch den Blick bis in die Tiefe dieses eigenartigen Steinbruches fallen lassen und gewahrt nun die große Menge von Leuten jeder Rasse, Farbe und Tracht, welche eifrig im Grunde der Claims wühlen. Hier giebt es Neger und Weiße, Europäer und Afrikaner, Mongolen und Kelten — die meisten fast ganz nackt oder höchstens bekleidet mit Leinensandalen, Flanellhemden, einem baumwollenen Schurz und auf dem Kopfe einen häufig mit Straußenfedern geschmückten Strohhut.

Alle diese Männer füllen die Erde in Ledereimer, welche dann sofort an den Rand der Grube emporsteigen, indem sie an langen Eisenkabeln, gezogen von Kuhhautriemen, welche über Rollen laufen, dahingleiten. Hier werden die Eimer ebenso schnell in Karren entleert und gelangen dann nach dem Grunde der Claims zurück, um wieder mit neuer Ladung emporzusteigen.

Aus dieser Erde werden dann mit der peinlichsten Sorgfalt alle Edelsteine ausgelesen.

Die meisten in den Diamantengruben beschäftigten Arbeiter sind Schwarze. Sie werden von dem Pächter des edelsteinhaltigen Grundstückes unbekleidet in die Tiefe geschickt. Wenn sie aus dem Spalt emporsteigen, haben sie ihren Fund abzuliefern und außerdem werden sie noch genau untersucht, damit sie nicht in dem wolligen Haar, in Ohr- und Nasenlöchern oder zwischen den Fußzehen Steine fortschleppen. Man sollte glauben, jenen Inspectoren könne nicht einmal ein Splitterchen entgehen. Aber dennoch wird der größte Theil der Diamanten von den Kaffern bei Seite geschafft, sei es unter Hautfältchen oder sonstwo. Eine besonders vielgeübte Verbergungsart ist auch das Schlucken. Gar manche unserer Damen trägt Diamanten im Haar oder auf der Brust, welche ihre Wanderung über die Erde in einem Kaffernmagen begonnen haben. Die schwarzen Arbeiter verkaufen in der Regel die zurückbehaltenen Diamanten an Landsleute, welche sie sodann um einen höheren Preis an einen weißen Makler verhandeln, der sie seinerseits einem Großhändler übermittelt. Der letztere bekommt sie immerhin noch zehn- bis zwanzigmal billiger als auf rechtmäßigem Wege. Ist dieser Austausch von Hand zu Hand unbehindert besorgt, so müssen die Steine auf ein Schiff geschmuggelt werden, das sie auf den Markt zu London führt. Zu diesem Zweck versteckt man sie gar häufig in die hohlen Hacken von Schuhwerk oder in die

Schäfte von Straußenfedern. Gar manches Huhn wird vor seiner Verschiffung nach Europa von seinem findigen Eigenthümer mit kleinen Diamanten gefüttert. Ganz vortrefflich eignet sich unsere europäische Damentracht zur Verbergung von Diamanten. Es ist unmöglich, daß ein Zollbeamter alle Falten und Fältchen,



Aufzughaspel einer Diamantengrube. Zu Seite 729.

alle Säume und Umschläge eines Frauenkleides zu durchsuchen vermag. Auch lassen sich in einer wohlgeordneten Haarfrisur viele Steine unterbringen.«

Diese treffliche und lebendige Schilderung bezieht sich jedoch nur auf die Zeit, als noch Claims an jeden Beliebigen abgegeben wurden. Als später dann das Großcapital sich der Diamantengewinnung bemächtigte, änderten sich diese

ſtände zuſehends, und im Jahre 1887 beſtanden ſchon in Südafrika 21 Actien-
ellſchaften, welche ungefähr 2,500.000 Karat Diamanten pro Jahr förderten.
d dieſe beſaßen einen Werth von rund 12 Millionen Gulden. Dies war im
hre 1887, doch hatte ſechs Jahre früher der Betrieb der Diamantengruben



Unterſuchung der Diamanten enthaltenden Erde. Zu Seite 729.

ſen 50 Millionen Gulden abgeworfen. Da aber die Diamanten in immer
ößerer Tiefe geſucht werden mußten, und auch ihr Preis überhaupt eine ſinkende
ndenz beſaß, ſo wurde die Diamantengräberei immer weniger lohnend, beſonders
r es dem Einzelnen und ſelbſt kleineren Geſellſchaften, ſoferne ſie nicht über beſonders
ße Capitalien verfügten, unmöglich, die Diamantenſuche mit Erfolg zu betreiben.

In Folge dieser Umstände veränderte sich das allgemeine Bild im Jahre 1892, und besonders auf Veranlassung des Londoner Hauses Rothschild abermals. Die 21 Gesellschaften, welche im Jahre 1887 bestanden, vereinigten sich bald zu vier Unternehmungen mit einem verfügbaren Gesammtcapitale von 10 Millionen Pfund Sterling, und 1892 traten diese vier Gesellschaften zu einer einzigen zusammen, welche nun einen rationellen und wesentlich billigeren Betrieb einführte. Gleichzeitig gelang es, das Ansehen der Capdiamanten wieder zu heben. Der Werth aller in Südafrika geförderten Diamanten dürfte aber mit 50 Millionen Pfund Sterling wohl zu gering angegeben sein, umsomehr, wenn man berücksichtigt, daß ja doch nur ein Theil aller Steine wirklich abgeliefert und direct verwerthet wird. Eine durchaus nicht geringe Menge wird an Ort und Stelle entwendet und, wie erwähnt, auf Schleichwegen in Verkehr gebracht. . . .



Der Diamant »Excelsior«. Zu Seite 732.

Interessant und der Erwähnung werth ist es jedenfalls, daß man sehr kleine Diamanten auch in Meteorsteinen, doch nur vereinzelt antraf, was darauf hinweist, daß nicht nur auf unserem Planeten die Verhältnisse gegeben waren, Kohlenstoff im regulären Systeme krystallisiren zu lassen. Eine Ausbeutung hat dieses Diamantenvorkommen bislang aber nicht gefunden, und allen Beobachtungen zufolge ist das Auftreten von Diamanten in Meteorsteinen nur als hochinteressantes, für die Gewinnung der Diamanten aber vollkommen belangloses Vorkommen zu betrachten.

Die Diamanten, welche bis jetzt gefunden wurden, sind der Mehrzahl nach nur kleine Steine, und nur einige wenige Stücke, von denen wir später sprechen werden, ragen bedeutend über das Mittelmaß empor. Und doch dürfte die Erde in ihrem Schoße noch so manchen Diamanten von ganz ansehnlicher Größe bergen, wie ein Fund beweist, der vor einigen Jahren (1893) in Südafrika gemacht wurde. Dieser Stein, der den Namen »Excelsior« erhielt, wiegt im ungeschliffenen Zustande 20.580 Gr. (971 Karat), er ist bläulich-weiß und besitzt nur an einer Stelle einen dunklen Fleck, welcher jedoch so nahe der Oberfläche sitzt, daß er beim Schliffe sich wird entfernen lassen. Der Werth dieses Steines kann natürlich nicht nach der gewöhnlichen Schablone bestimmt werden; bald nach seiner Auffindung hieß es nur, daß die Besitzer ihn nicht um 100.000 Pfund

losschlagen würden, und gewiegte Kenner versicherten sogar, daß der »Excelsior« mindestens einen Werth von einer halben Million Pfund repräsentire!

Merkwürdig ist die Geschichte der Auffindung dieses Steines. Ein Kaffer nämlich, der bald nach einer Sprengung in der Mine beschäftigt war, sah, während er mit einem Aufseher sprach, im Schutte einen glänzenden Gegenstand liegen und unauffällig setzte er den Fuß darauf, vermuthlich, um den Fund verschwinden zu lassen. Mag nun der Stein zu groß gewesen sein, um unbemerkt aus der Mine gebracht zu werden, oder mag der Kaffer den vollkommen zutreffenden Gedanken



Der größte schwarze Diamant der Welt. Zu Seite 734.

gefaßt haben, daß er für solch ein Unicum doch keinen Käufer fände, genug, er lieferte den Stein getreulich ab und wurde dann auch königlich — für einen Kaffer wenigstens — belohnt, denn er erhielt nicht nur 150 Pfund Sterling, sondern auch ein Pferd sammt Sattel und Saumzeug. Der Besitzer der Mine war aber über den Fund nichts weniger als erfreut, denn er hatte mit einem Diamantenhändler einen Vertrag abgeschlossen, laut welcher ihm dieser alle in der Mine gefundenen Steine zu einem festen Preise pro Karat abkaufte — und am Abende des Tages, an dem der »Excelsior« gefunden wurde, lief dieser Vertrag ab. Es war somit dem ersten Besitzer für diesen Riesendiamant nicht mehr bezahlt worden, als für eine Anzahl kleiner Steine im gleichen Gesammtgewichte.

Ein noch größerer Diamant wurde zu Bahia gefunden, doch beträgt dessen Werth nur 50.000—60.000 Dollars, da er ein — schwarzer Diamant ist. Immerhin

ist ein solcher Fund aber bemerkenswerth und für die Technik von großer Wichtigkeit, es wird angenommen, daß dieser Diamant, der, wenn er farblos wäre, einen geradezu fabelhaften Werth besäße, mindestens 2650 Karat nach der Zersplitterung an guten Schneide- und Bohrsteinen liefern wird.

So werthvoll nun schon ein Diamant im rohen Zustande ist, so gewinnt er doch erst durch die weitere Bearbeitung, durch das Schleifen, seinen eigentlichen Werth, trotzdem dabei naturgemäß sein Gewicht vermindert wird. Die größten Diamantschleifereien befinden sich in Paris und in Amsterdam, und es sind besonders geschulte Arbeiter, welche dieser schwierigen und verantwortungsvollen Beschäftigung obliegen.

Dem eigentlichen Schleifen des Diamants geht aber die Zurichtung voraus. Durch diese wird bezweckt, dem Steine im Allgemeinen jene Form zu ertheilen, welche er durch das Schleifen erhalten soll, um dadurch die Zeit, welche letzteres beansprucht, abzukürzen. Man verfolgt dabei aber auch noch einen anderen Zweck. Würde man einzig und allein durch Schleifen dem Steine die Form ertheilen, so würde sich nur der Abfall in Form von Staub, dem Diamantbort, ergeben. Werden aber zunächst die Steine durch Spalten vorgerichtet, so erhält man kleine Stücke und Splitter, welche sich noch verwerthen lassen. Durch das Zurichten bezweckt man aber auch, fehlerhafte Stellen des Steines zu entfernen, und unter Umständen wird, wie wir schon früher erwähnten, ein großer Stein selbst in zwei fast gleich große Stücke zerlegt, um in Innern befindliche Trübungen durch den Schliff entfernen zu können.

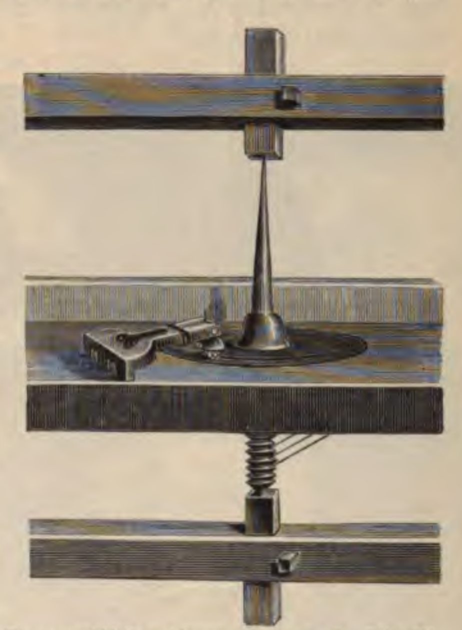
Das Zurichten der Diamanten beruht ausschließlich auf der schon früher erwähnten Spaltbarkeit. Um einen Diamant zu spalten, wird er mit der Fläche, auf welcher die Spaltungsvorrichtung aufsteht, nach oben gerichtet und mit Wachs oder Schellack an einem Holzstabe, dem Kittstocke, befestigt. Dann wird mit Hilfe eines in einer Fassung befindlichen ganzen Diamantkrystalles die Fläche in der Spaltungsrichtung geritzt, worauf man mit Hilfe von scharfkantigen Diamantsplittern diesen Ritz vertieft und erweitert. Ist schließlich diese Furche tief genug geworden, so setzt man einen kleinen Stahlmeißel in dieselbe und führt auf letzteren einen leichten Schlag, worauf in der Mehrzahl der Fälle der Stein sich in der gewünschten Spaltungsrichtung theilt.

Es kommt aber auch vor, daß einzelne Diamanten der Spaltung hartnäckigen Widerstand entgegensetzen, oder daß ein Stein in einer anderen als in der Richtung seiner Spaltbarkeit zertheilt werden muß. Dann bleibt nichts Anderes über, als den Stein zu zersägen.

Jede Säge, und wäre sie aus noch so ausgezeichnetem Stahle verfertigt, würde sich jedoch an einem Diamant in der kürzesten Zeit vollständig abnützen, ohne nur die geringste Spur an dem Steine zu hinterlassen. Dagegen wird der Diamant durch sich selbst bezwungen, und mit Hilfe eines geölten, mit Diamantstaub bestreuten Eisendrahtes läßt er sich ohne besondere Mühe zersägen. In den

großen Diamantenschleifereien verwendet man zu diesem Zwecke Maschinen, der sägende Theil ist dann aber auch nur der mit Bort bestreute Draht, der in einem Sägebogen eingespannt ist und durch Maschinenkraft sehr rasch hin- und herbewegt wird.

Erfordert das Zurichten eines Diamants schon große Geschicklichkeit, so ist dies in noch höherem Maße beim Schleifen der Fall. Dies geschieht ebenfalls mit Hilfe von Diamantstaub, und zwar wird dieser auf eine rasch rotirende Stahlscheibe von etwa 25 Cm. im Durchmesser, die mit Oel bestrichen ist, aufgetragen. Diese Scheibe dreht sich um eine verticale Achse, sie macht ungefähr 3000 Touren in der Minute. Ueber der Scheibe befindet sich ein Tisch, welcher an einer Stelle einen Ausschnitt besitzt, in welchem die Scheibe sichtbar ist, an dieser Stelle wird der Stein gegen die Scheibe gedrückt.



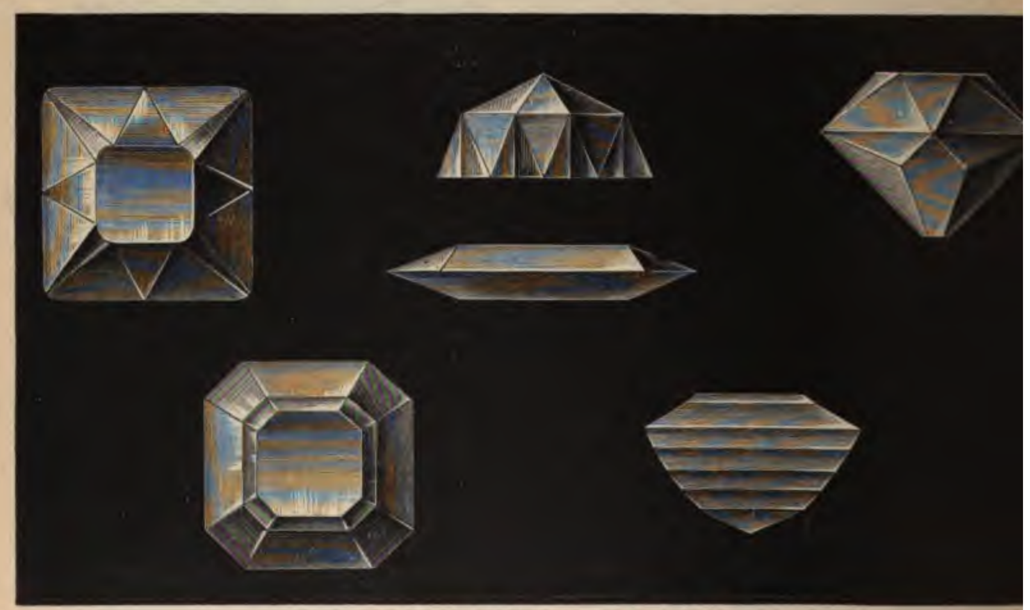
Diamantenschleifvorrichtung und Doppe. Zu Seite 735.

Um einen regelmäßigen und schönen Schliff zu erzielen, und besonders um den einzelnen Flächen die gleiche Größe und die gleiche Neigung gegen einander zu ertheilen, ist es erforderlich, daß der Schleifende den Stein vollkommen in seiner Gewalt hat. Dies ist bei der geringen Größe der meisten Diamanten aber nur dann möglich, wenn sie sich in einer Art Fassung befinden. Die Rolle der Fassung übernimmt die sogenannte Doppe oder das Futter. Es ist dies ein birnenförmiger hohler Körper, der in einen Stiel endet. Die Höhlung wird mit einer geschmolzenen Mischung aus Blei und Zinn gefüllt und vor deren Erkalten der zugerichtete Diamant mit der zu schleifenden Fläche nach oben eingefügt.

Nun wird der Stiel der Doppe in einen kleinen Schraubstock geklemmt, welcher an einem Holzstücke befestigt ist. Dieses besitzt die Form eines Keiles, dessen dickste Stelle gegen die Doppe gerichtet ist, und wird in solcher Weise auf den Schleiftisch gelegt, daß der in der Doppe befindliche Stein die Schleifscheibe berührt. Indem diese nun rotirt, werden fortwährend kleine Theilchen des Diamants weggenommen, und die betreffende Fläche wird immer mehr ausgebildet. Durch Auflegen kleiner Gewichte auf das Holzstück wird der Stein sanft gegen die Scheibe gedrückt.

Ist endlich der Schliff einer Fläche beendet, so wird die Doppe sammt dem Steine um einen geringen Winkel gedreht, so daß eine andere Fläche parallel zur

Schleifscheibe steht, und nun diese geschliffen. Die Anordnung und Regelmäßigkeit der einzelnen Flächen hängt natürlich und ausschließlich von dieser Drehung ab, und ihre Größe zu bestimmen ist fast ganz dem Gefühle und dem Geschicke des Arbeiters überlassen. Sind endlich alle zugänglichen Flächen bearbeitet, so wird der Stein aus der Doppe genommen, umgedreht und abermals befestigt, worauf dann auch die andere Seite geschliffen wird. Während alle anderen Edelsteine nach erfolgtem Schliffe noch einer besonderen Politur bedürfen, ist dies bei dem Diamant nicht der Fall, und mit Beendigung des Schliffes ist er auch schon zu dem farbensprühenden, funkelnden Steine geworden, der an relativem Werthe alles Andere überragt.



Gebräuchliche Schliffformen. Zu Seite 736.
Brillantschnitt von oben. Tafelstein von oben. Raute. Tafelstein von der Seite. Treppenschnitt von der Seite. Brillantschnitt von der Seite.

Der Schliff der Diamanten erfolgt in der Regel nach zwei Grundformen, welche als Brillant und als Rosette oder als Rautenschnitt bezeichnet werden. Der Brillant, welcher die Eigenschaften eines Steines am schönsten hervortreten läßt, besteht seiner Grundform nach aus zwei abgestutzten, sich mit ihren Grundflächen berührenden Pyramiden, die aber mit vielen kleineren Flächen, den Facetten, besetzt sind. Je nachdem nun der Obertheil, das ist der bei gefaßten Steinen dem Beschauer zugewendete Theil des Steines, mit zwei oder mit drei Reihen übereinanderliegender Facetten versehen ist, unterscheidet man zwei- und dreifache Brillanten.

Kann ein Diamant vermöge seiner Gestalt nicht als Brillant geschliffen werden, so wendet man den Rautenschnitt an. Hier erhält der Stein die Gestalt

einer Pyramide, und an diese werden ebenfalls Facetten geschliffen, jedoch in solcher Weise, daß die obersten in eine Spitze zusammenlaufen.

Andere Arten des Schliffes werden nur sehr selten angewendet, gewöhnlich nur dann, wenn es die Form des Steines bedingt. So werden beispielsweise sehr flache Stücke in der Weise geschliffen, daß sie beiderseits von einer ebenen Fläche begrenzt werden; die Berührungszone zwischen beiden, die Rundiste, wird mit Facetten versehen. Solcher Art geschliffene Diamanten werden als Tafelsteine bezeichnet.

Ebenso interessant wie die Gewinnung und Bearbeitung der Diamanten ist aber auch das Schicksal, die Geschichte, so manches Steines, und gerade die größten Diamanten vermögen am meisten zu erzählen. Ihre Erlebnisse sind aber durchaus nicht heiterer Natur, und an mehr als einem von ihnen klebt Menschenblut, das ihretwegen aus Habsucht vergossen wurde.

Ein schon über fünf Jahrtausende altes indisches Heldengedicht »Mahabharata« erzählt von einem unbezwinglichen Helden, Namens Karna, der in der Schlacht einen weithin leuchtenden Diamant von unschätzbarem Werthe und wundervollen Eigenschaften trug und diesem Steine seine Unbezwinglichkeit verdankte. So berichtet das Epos. Wir haben aber allen Grund anzunehmen, daß thatsächlich zur Zeit seiner Entstehung ein solcher großer Diamant bekannt war, denn zu Beginn des XIV. Jahrhunderts erbeutete den Stein Radscha Malwa und brachte ihn nach Dehli. Damals soll dieser Stein über 600 Karat gewogen haben. Nun war dieser Diamant lange Zeit Kronjuwel und Talisman mächtiger indischer Fürsten, die ihn wie ihren Augapfel hüteten. Als jedoch Nadir Schah im Jahre 1739 Dehli plünderte, eignete er sich natürlich auch diesen Stein an und brachte ihn nach Afghanistan. Inzwischen war der Diamant aber, und zwar durch einen venetianischen Diamantschleifer, sehr unglücklich geschliffen worden, er wog nur mehr 280 Karat.

Auch in Afghanistan fand der Diamant nicht Ruhe. Er kam von einer Hand in die andere, und gelangte schließlich in den Besitz des Sultans von Lahore. Als aber dessen Reich zertrümmert wurde, brachte ihn die ostindische Compagnie an sich, und diese übergab den Stein, der den Namen Ko-hi-noor, »Berg des Lichtes«, erhalten hatte, im Jahre 1850 dem englischen Kronschatze. Aber auch hier hatte der Ko-hi-noor noch nicht seine Ruhe gefunden, denn schon im Jahre 1852 wurde er nach Amsterdam gebracht, um abermals geschliffen zu werden. Mit dieser Arbeit wurde der berühmte Diamantschleifer Voorsanger betraut, der sich dieser Aufgabe auch in der glücklichsten Weise innerhalb der kurzen Zeit von 38 Tagen entledigte. Die Kosten des Schliffes betrugen 28.000 Thaler, der Stein war jedoch abermals leichter geworden, und jetzt wiegt er nur mehr wenig über 106 Karat.

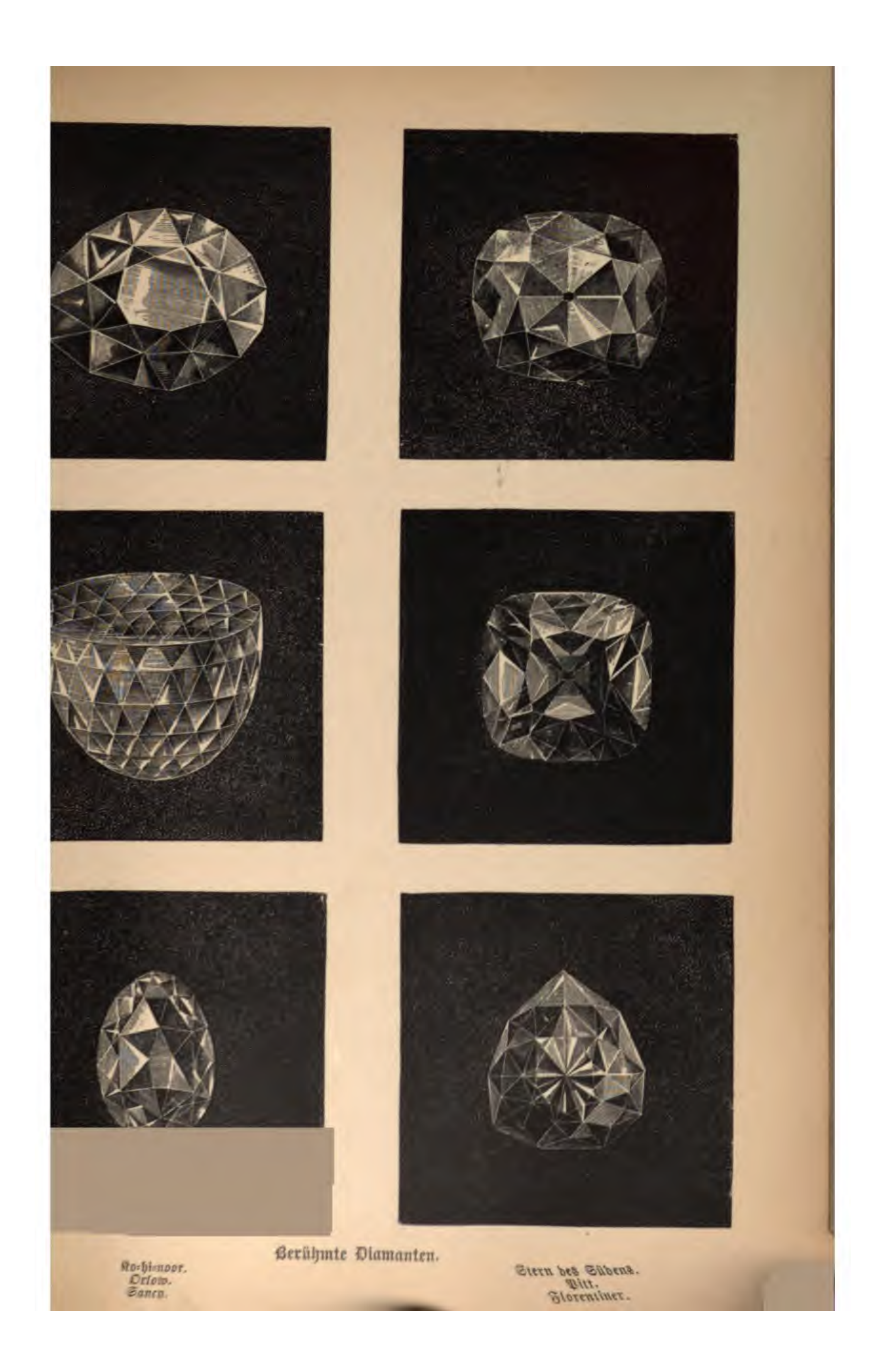
Ein anderer, ebenfalls sehr großer und berühmter Diamant stammt auch aus Indien, es ist dies der im russischen Kronschatze befindliche »Orlow«. Ursprünglich soll er in einem Tempel aufbewahrt worden sein und ein Auge einer

Götterstatue gebildet haben. Dann kam er in den Besitz des Schah Nadir von Persien, der ermordet wurde. Ein französischer Grenadier entwendete den kostbaren Stein, verkaufte ihn aber einem armenischen Kaufmanne, und dieser wieder übergab ihn gegen 450.000 Silberrubel und einen russischen Adelsbrief dem Günstling Katharinas II., Graf Orlow, nach welchem er auch benannt wurde. Jetzt prangt dieser Stein, der 184³/₄ Karat wiegt, jedoch sehr unvortheilhaft geschliffen ist, an der Spitze des russischen Scepters.

Kleiner, aber weitaus schöner als der Orlow ist der »Florentiner«, auch »Großherzog von Toscana« geheißen, der allerdings nur 133¹/₈ Karat wiegt. Ueber die Provenienz dieses Steines ist nichts bekannt, man weiß nur, daß er Karl dem Kühnen gehört hatte, der ihn am Degenknaufe trug. In der Schlacht bei Granson im Jahre 1476 verlor er aber den köstlichen Stein, und dieser ruhte wieder im Schoße der Erde. Nach langen Jahren wurde er von einem Landmanne beim Pflügen gefunden, dieser kannte aber den wahren Werth des Steines nicht und verkaufte in für 1 Franc an einen Geistlichen. Auch diesem war der Werth des Steines fremd, er machte ihn wieder zu Geld, der Preis war jedoch schon auf — 3 Francs gestiegen. Dann gelangte der Stein in den mailändischen Schatz des Regenten Ludovico Marco Sforza, wurde von dem Papste Julius II. angekauft, und kam endlich nach Wien, wo er sich im Besitze des Kaisers befindet.

Karl der Kühne scheint mit seinen Diamanten kein großes Glück gehabt zu haben. Ein Jahr darauf, als er den »Florentiner« eingebüßt hatte, verlor er in der Schlacht bei Nancy einen anderen, ebenfalls höchst kostbaren Stein, den »Sancy«, der 53¹/₂ Karat wog, dafür aber ein herrliches Farbenspiel besaß und überhaupt keinen Fehler aufwies. Karl der Kühne wurde in dieser Schlacht getödtet, der Stein wurde jedoch bald gefunden, aber um einen ganz geringen Preis verkauft. Nun kam der Stein aus einer Hand in die andere, schließlich erstand ihn ein hugenottischer Edelmann, Namens Sancy. Dieser wurde von Heinrich III. nach Solothurn als Gesandter gesendet, mußte aber als Pfand für seine rechtliche Gesinnung den nach ihm benannten Diamanten übergeben. Sancy übersendete ihn dem König durch einen treuen und ergebenen Diener. Man hatte jedoch von dem werthvollen Steine erfahren, den er trug, und Sancy's Diener endete unter Mörderhänden. Vorher hatte er, um das Eigenthum seines Herrn zu retten, den Stein verschluckt, und seine Mörder, die an solche Dienertreue nicht dachten, zogen ab, in der Meinung, einen Unrechten getödtet zu haben. Sancy ließ aber den Leichnam des Erschlagenen öffnen und kam auf diese Weise wieder in den Besitz seines Steines.

Später wurde Jakob III. Besitzer des »Sancy«. Dann wurde dieser Eigenthum der französischen Könige, Ludwig XIV. nannte ihn sein Eigen, und Ludwig XV. trug ihn, als er zur Krönung ging. Schließlich kaufte diesen Stein der russische Fürst Demidoff (1833), und nun befindet sich der besonders



Berühmte Diamanten.

Ko-hi-noor.
Orlow.
Sancy.

Stern des Südens.
Pitt.
Florentiner.

durch seine regelmäßige, ovale Form hervorragende »Sancy« ebenfalls gleich dem »Orlow« im russischen Kronschatze. Er wurde mit einer halben Million Rubel bezahlt.

Merkwürdige Erlebnisse hatte auch der unter dem Namen »Regent« oder »Pitt« bekannte Diamant, welcher 136·7 Karat wiegt. Auch er stammt aus Indien, aus dem durch seinen Reichthum an Gold und Edelsteinen berühmten Golkonda. Dort wurde er im Jahre 1702 von einem Sclaven gefunden, der den Stein unterschlug. Um dies aber bei der strengen Ueberwachung zu ermöglichen, mußte der Finder zu einer List greifen. Er brachte sich an der Hüfte eine Verletzung bei, verband diese, und trug unter dem Verbande den Edelstein fort. Seinem Finder brachte er aber kein Glück. Begreiflicherweise wagte der Sclave es nicht, seinen Fund bekannt zu machen, und um schließlich doch einen Vortheil daraus zu ziehen, und um das gefährliche Besitzthum los zu werden, bot er ihn einem Matrosen zum Kaufe an. Dieser ging scheinbar auch auf das Anbot ein, doch als er den Stein in Händen hatte, stieß er den Sclaven ins Wasser und ließ ihn ertrinken.

Der Matrose war im gewissen Sinne glücklicher mit dem Edelsteine. Er verkaufte diesen um 1000 Pfund Sterling an den Gouverneur des Forts St. George, Pitt, an dem Gelde klebte aber der Fluch des Mordes. In kurzer Zeit waren die 1000 Pfund in wüsten Vergnügungen durchgebracht und dann machte der Matrose seinem Leben durch den Strick ein vorzeitiges Ende.

Pitt wußte den Werth des Steines aber schon besser zu schätzen. Er verkaufte ihn an den Herzog von Orleans um — 3½ Millionen Francs. Dann ging der Stein in den Besitz der Krone Frankreichs über. Damals besaß er noch ein Gewicht von 480 Karat, doch war er ungeschliffen. Jetzt trachtete man aber darnach, dem Steine den höchsten möglichen Werth zu verleihen, und zu diesem Zwecke wurde er in seine heutige Form gebracht. Der Schliff dauerte zwei volle Jahre und kostete 27.000 Thaler. Allerdings verlor dabei der Stein gut zwei Drittel seiner ursprünglichen Größe, das Gewicht verminderte sich auf 136·7 Karat, doch war jetzt aus dem ungeschliffenen Diamant ein geschliffener geworden. Einen beiläufigen Anhaltspunkt für den Werth dieses Steines erhält man, wenn man bedenkt, daß die beim Zurichten abgefallenen Stücke allein mit 48.000 Thaler bewerthet wurden.

Damit waren die Schicksale des »Pitt« aber noch nicht beendet. Als im Jahre 1792 die Schreckensherrschaft zu Paris begann, als alle Bande der gesellschaftlichen Ordnung gelöst wurden, als die Guillotine vom frühen Morgen bis zum Abend zu thun hatte, da wurden alle Kronjuwelen, und unter diesen auch der »Pitt«, geraubt. Er wurde jedoch wieder eingebracht, und der ersten Republik diente er als willkommenes Mittel zum Zweck — sie verpfändete ihn in Berlin bei einem Kaufmanne, Namens Treskow. Als Napoleon jedoch das Kaiserreich wieder aufrichtete, wurde auch der kostbare Stein aus seiner Verbannung zurückgeholt

und er zierte den Degenknauf des »grand empereur«. »Pitt« verblieb aber von da ab in Frankreich und befindet sich jetzt im Staatsschatze zu Paris.

Noch viele andere Diamanten giebt es, die theils durch ihre Größe, theils durch sonstige hervorragende Eigenschaften besondere Berühmtheit erlangten. Da ist beispielsweise der in Brasilien gefundene »Stern des Südens«, ein Stein vom ersten Wasser, der ungeschliffen 254 Karat wog, nach dem Schliff verminderte sich das Gewicht auf weniger als die Hälfte, er wiegt heute nur mehr 125 Karat. Außerdem sind auch blaue und grüne Diamanten zur Berühmtheit gelangt, so der blaue, im Besitze des Amsterdamer Banquiers Hope befindliche Edelstein »Hope« im Gewichte von 44·5 Karat, und der grüne Diamant im grünen Gewölbe zu Dresden, dem er den Namen verlieh.

In erster Linie ist der Diamant wohl ein Schmuckstein, und zwar der Schmuckstein par excellence, und diese Stellung nahm er bis vor nicht gar zu langer Zeit ausschließlich ein. Heute ist dies aber anders geworden, heute ist der Diamant auch ein nützliches Glied der menschlichen Gesellschaft. Denn er hat seine aristokratische Stellung aufgegeben, und viele seines Stammes haben angesehene Stellungen in der Technik gefunden. Diese verdanken sie aber nicht ihrem ideellen Werthe, sondern einzig und allein ihrer großen Härte. So dient der Diamant zum Schneiden von Glas, zum Graviren von Stein und Stahl, zum Abdrehen glasharten Stahles, das Diamantenpulver wird zum Schleifen anderer Edelsteine verwendet. Man sollte glauben, daß sich zum Schneiden von Glas besonders scharfkantige, durch Spaltung erhaltene Bruchstücke von Diamanten eignen. Dies ist aber gerade nicht der Fall, diese vermögen das Glas nicht tief genug zu ritzen, so daß es ungleichförmig bricht. Dagegen erfüllen diesen Zweck natürliche, schwach gekrümmte Kanten des Diamants vortrefflich.

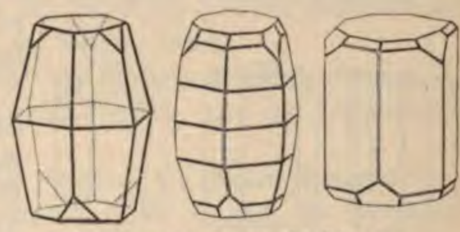
Auch bei Gesteinsbohrungen findet der schwarze Diamant heute ausgedehnte Anwendung, ja man kann sagen, daß diese Erfindung der Anwendung des Diamants, die wir einem Schweizer Uhrmacher Lescot verdanken, erst die kühnen Tunnelbauten durch die härtesten Gesteine und auch die Tiefbohrungen ermöglichte, beide Arten der Anwendung haben wir schon kennen gelernt. Ja auch das bedeutende Lichtbrechungsvermögen das Diamants fand Anwendung, und wenn er einerseits durch seine große Härte den Menschen zur Durchbohrung gewaltiger Gebirgsmassive befähigt, so dient er ihm andererseits — vermöge der letztgenannten Eigenschaft — auch dazu, die Welt der kleinsten Organismen zu erforschen: er wird in jüngster Zeit zur Herstellung von optischen Linsen für Mikroskope angewendet, die sich dann durch hervorragende Schärfe und Lichtstärke auszeichnen.

Dem Diamant an prachtvollem Aussehen und im Werthe am nächsten stehen die edlen Varietäten des Korund, welche als Saphir und Rubin bekannt sind. Während aber der Diamant im chemischen Sinne nur aus einem Elemente besteht, ist der Korund eine Verbindung, und zwar eine Verbindnng aus Substanzen, welche auf der Erde ebenso reichlich vertreten sind, wie der Kohlenstoff.

Korund ist nichts Anderes als krystallisirte Thonerde, im chemischen Sinne Aluminiumoxyd, er tritt als wasserheller edler Korund und gefärbt durch Chromverbindungen als Saphir und Rubin auf, und besonders diese beiden Varietäten besitzen einen hohen Werth.

Der Korund krystallisirt im rhombischen Systeme und besitzt die Härte 9; er steht also auch mit Bezug auf seine Härte dem Diamant am nächsten. Kleinkrystallinische und feinkörnige Varietäten des Korund bilden den meist bläulichgrau gefärbten Schmirgel, der seiner großen Härte wegen ein vortreffliches Schleifmateriale liefert.

Während aber der Schmirgel in großen Mengen an einzelnen Orten gefunden wird, so auf der Insel Naxos, am Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen, in Kleinasien am Gumuchdagh und in Massachusetts, sind Rubin und Saphir immer Seltenheiten, und schöne Stücke kommen daher auch dem Diamanten im Werthe sehr nahe.



Krystallformen des Korund. Zu Seite 741.

Beide Edelsteine kommen meist in Form von Geschieben und nur selten als eingewachsene Krystalle vor; besonders schöne Exemplare finden sich auf Ceylon und in Rußland zu Miask, Statoust und Kossoibrad.

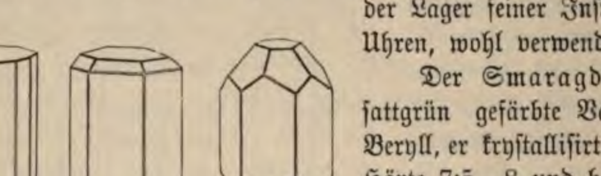
Die Färbung des rothen Rubins und des blauen Saphirs wird durch sehr geringe Beimengungen anderer Substanzen bewirkt. Früher nahm man an, daß der Rubin durch Spuren von Chromverbindungen, der Saphir dagegen durch Kobalt, das bekanntlich die prachtvoll blaue Smalte liefert, gefärbt sei; eingehende Forschungen haben jedoch ergeben, daß in beiden Fällen Chromverbindungen die Ursache der Färbung sind. Zu dieser Erkenntniß kam man durch die von Erfolg begleiteten Versuche der Darstellung krystallisirter Thonerde, und es gelang nicht nur, auf künstlichem Wege edlen Korund, sondern auch dessen Varietäten Rubin und Saphir darzustellen.

Es gelang dies den Forschern Deville und Caron in der Weise, daß sie Fluoraluminium bei sehr hoher Temperatur auf Borsäure einwirken ließen. Beide Verbindungen verflüchtigten sich bei sehr großen Hitzegraden, gleichzeitig setzen sie sich aber in Fluorbor und Thonerde um, wobei der Sauerstoff von der Borsäure geliefert wird. Das Fluorbor entweicht und die Thonerde scheidet sich zum größten Theile in krystallisirtem Zustande ab.

So wird edler Korund erhalten, wenn in einem aus sehr dichter Kohle verfertigten Tiegel Fluoraluminium eingetragen und darüber ein mit Borsäure beschicktes Schälchen aus Kohle befestigt wird. Verschließt man nun den Tiegel vollkommen luftdicht, und setzt ihn eine Stunde lang der hellen Weißgluth aus, so findet man nach dem Erkalten im Innern breite, jedoch nur sehr dünne Krystalle

von edlem Korund. Nimmt man dagegen das Experiment in einem aus Thonerde verfertigten Tiegel vor, setzt man dem Fluoraluminium eine geringe Menge Fluorchrom zu und führt man die Borsäure in einem Schälchen aus Platin ein, so erhält man gut ausgebildete Krystalle von Rubin und gleichzeitig auch von Saphir, woraus hervorgeht, daß in beiden Fällen die Färbung durch Verbindungen des Chroms verursacht wird; daß in einem Falle die Färbung roth, im anderen blau ist, läßt sich wohl darauf zurückführen, daß verschiedene Mengen Chrom in verschiedenen Oxydationsstufen in den Krystallen enthalten sind.

Diese Krystalle, welche Deville und Caron erhielten, sind jedoch hauptsächlich nach zwei Richtungen gut entwickelt und daher weder als Schmucksteine, noch zu technischen Zwecken verwendbar. Glücklicher waren Frémy und Feil mit ihren Experimenten, denn als sie kaliumhaltige Thonerde mit Fluorcalcium bei Zutritt feuchter Luft schmolzen, erhielten sie thatsächlich größere und nach allen Dimensionen gut entwickelte Krystalle, welche für technische Zwecke, so besonders zur Herstellung der Lager feiner Instrumente und besserer Uhren, wohl verwendbar sind.



Krystallformen des Berylls. Zu Seite 742.

Der Smaragd ist die durchsichtige, sattgrün gefärbte Varietät des Minerals Beryll, er krystallisirt hexagonal, besitzt die Härte 7·5—8 und besteht aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Beryllerde. Die gleiche Zusammensetzung wie der Smaragd besitzt der Beryll, der in mächtigen Säulen bis zu 2 Meter Länge gefunden wird, er ist jedoch in der Regel undurchsichtig und minder intensiv gefärbt wie die Smaragd genannte Varietät. Doch werden schöne Stücke des Berylls ebenfalls als Schmucksteine verwendet.

Die wichtigsten Fundorte des Smaragds sind das Tunkathal in Columbien, das Habachthal in Salzburg, Kossir in Aegypten und der Ural.

Schon den alten Völkern war der Smaragd bekannt, und sie schätzten ihn oft höher als den Diamant. Natürlich wurden schönen Smaragden die wunderbarsten Eigenschaften angedichtet, sie sollten alle Krankheiten heilen, gegen Schlangenbiß unempfindlich machen, u. s. f. Der Ring des Polykrates soll nach Herodot mit einem prachtvollen Smaragd geziert gewesen sein.

Auch der Beryll war den Alten bekannt, und diesem Steine schrieben sie große Heilkraft für Augenkrankheiten zu. Deshalb wurden aus größeren Stücken Augengläser verfertigt, welche die Kranken trugen, und von dieser Art der Verwendung soll das Wort »Brille« abgeleitet sein.

Eine durchsichtige, wasserblaue Varietät des Berylls ist der Aquamarin; schöne, klare und nicht durch Einschlüsse getrübte Stücke dieses Edelsteines besitzen fast den gleichen Werth wie der Smaragd.

Eine weitere Varietät ist der Chrysoberyll, er ist meist olivengrün gefärbt und zeigt, von verschiedenen Seiten betrachtet, einen bläulichen Lichtschimmer. Die schönsten Chrysoberylle werden in Sibiren, Brasilien und auf Ceylon gefunden.

Der letzte unter den Edelsteinen erster Kategorie ist der edle Opal. Er ist nicht krystallisirt und besteht aus amorpher Kieselsäure und Wasser; die Härte schwankt zwischen 5·5 und 6·5. Seine Farbe ist bläulich- oder grauweiß, er zeichnet sich durch ein herrliches Farbenspiel, das Opalisiren, aus. Diese Erscheinung dürfte wahrscheinlich nur durch zahlreiche äußerst feine Risse, welche den Stein durchziehen, verursacht sein. Der edle Opal wird umso höher geschätzt, je prächtiger sein Farbenspiel ist; solche hervorragend schöne Stücke werden zu Czerwenitza in Ungarn und Hacienda Esperanza im Staate Queretaro, Mexiko, gefunden.

Der Opal besitzt die unangenehme Eigenschaft, sehr spröde zu sein; man läßt deshalb schöne Stücke auf der Gesteinsplatte, auf welcher er aufgewachsen ist, auf der »Opalmutter«, sitzen, schleift sie auf dieser und faßt die Gesteinsplatte, wodurch dann der Opal besonders schön zur Geltung kommt.

Unedle Varietäten des Opals, welche kein Farbenspiel besitzen, kommen oft in großen Massen und in den verschiedensten Farben vor, als Schmucksteine finden sie aber keine Verwendung.

Wir gehen nun zur Besprechung der Edelsteine der zweiten Kategorie über. Der geschätzteste unter dieser Sorte von Steinen ist der Topas. Er krystallisirt rhombisch, besteht aus kieselsaurer Thonerde und Fluoraluminium und besitzt den Härtegrad 8. Die Farbe des Topas variirt vom hellen Gelb bis zum Dunkelbernsteingelb, am werthvollsten sind die sehr dunklen, jedoch durchsichtigen Stücke. Der Topas wird an vielen Orten gefunden, die werthvollsten Exemplare stammen aber fast alle aus dem Geschiebe brasilianischer Flüsse. Auch in Europa wurde im Jahre 1737 ein bedeutender Fundort von Topasen entdeckt, und zwar an ihrer ursprünglichen Lagerstätte. Es war dies der Schneckenstein bei Gottesberg in Sachsen, ein fast 30 Meter hoher Fels, der eine große Menge sehr gut entwickelter und mehrere Centimeter langer, hellgelb gefärbter Topase enthielt. Heute ist dieser Fels aber verschwunden, er ist gänzlich abgebaut worden.

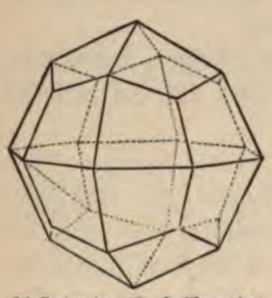
Werden Topase in einem mit Magnesia gefüllten Tiegel vorsichtig geglüht, so nehmen sie eine sehr hübsche, rosenrothe Färbung an; in dieser Weise präparirte Steine kommen unter dem Namen »gebrannter Topas« in den Handel.

Ein rother oder grüner Edelstein ist der Zirkon. Er krystallisirt tetragonal und besteht aus kieselsaurer Zirkonerde; besonders schöne Stücke werden auf Ceylon gefunden.

Eine Varietät des Zirkons ist der Hyacinth, seine Farbe ist rosenroth und er wird ebenfalls als Schmuckstein verwendet. Kleine Stücke beider Steine dienen auch zur Herstellung der Zapfenlager feiner Uhren, die Härte des Steines liegt zwischen 7 und 8.

Ein rother Edelstein, der häufig für Rubin unterschoben wird und diesem auch sehr ähnlich ist, ist der Spinell. Er besteht aus Magnesiumaluminat und wird sehr häufig auf Ceylon gefunden. Interessant ist es, daß dieser Edelstein in den verschiedensten Farben, rubinroth, cochenilleroth, gelbroth, blau, grün und selbst schwarz, gefunden wird. Die schwarze Varietät führt den Namen Pleonast nnd dient zur Anfertigung von Trauerschmuck.

Ein weiterer, ebenfalls sehr geschätzter Edelstein ist der Türkis. Er krystallisirt nicht, besitzt den 6. Härtegrad und besteht aus phosphorsaurer Thonerde und Wasser. Die schönsten Stücke dieses grünlichblauen bis vergißmeinnichtblauen Schmucksteines werden in Persien gefunden und mit großen Summen bezahlt. Nicht Alles jedoch, was unter dem Namen Türkis in den Handel gebracht wird, entspricht seiner Zusammensetzung nach dieser Bezeichnung. Sehr häufig wird fossiles Elfenbein und fossile Mammuthzähne, welche durch Kupferlasur und phosphorsaures Kupfer blau gefärbt sind, unterschoben; solche Bein- oder Zahntürkise sind nur sehr schwer, am leichtesten noch durch die Härte, vom echten Türkis zu unterscheiden, unechte Türkise besitzen kaum den 5. Härtegrad.



Ikositetraeder (Krystallform des Granates). Zu Seite 744.

In sehr großer Menge tritt der Granat auf, von diesem Minerale werden prächtig ausgebildete Krystalle mit einem Durchmesser von 30 Cm. und darüber gefunden. Sie sind jedoch undurchsichtig und nicht als Schmucksteine verwendbar. Sehr geschätzt ist dagegen der orientalische Granat oder Almandin, welcher blutroth oder kirschroth gefärbt und vollkommen durchsichtig ist. Seiner Zusammensetzung nach besteht der Granat aus Kalk, Thonerde und Kieselsäure, doch kann sowohl der Kalk als auch die Thonerde durch andere Verbindungen ersetzt werden. Sehr geschätzt ist der böhmische Granat oder Pyrop; schöne, durchsichtige und dunkelfarbige größere Krystalle dieses Edelsteines stehen sehr hoch im Werthe, kleine erzielen dagegen nur einen geringen Preis.

Bevor wir nun zur Besprechung der Edelsteine dritter Kategorie übergehen, zu welchen der Lasurstein, gewisse Feldspathe, dann aber zahlreiche oft prächtig gefärbte und gezeichnete Quarzvarietäten gehören, müssen wir auch der Fälschungen gedenken, welchen Edelsteine unterworfen sind. Das geeignetste Materiale zur Fälschung von Edelsteinen ist natürlich das Glas, und besonders seit man gelernt hat, Gläser von hohem Lichtbrechungsvermögen herzustellen, vermag man manche Edelsteine so täuschend nachzuahmen, daß selbst gewiegte Kenner irregeführt werden. Mit künstlichen Edelsteinen wird heute sogar, seit man eben im Stande ist, wirklich prächtige Imitationen herzustellen, ein schwunghafter Handel getrieben, wobei aber selbstverständlich die Steine als imitirt, als »Simili-Brillanten«, bezeichnet werden.

Ursprünglich verwendete man sogenannte Bleigläser, die durch verschiedene Zusätze gefärbt wurden, zur Herstellung künstlicher Edelsteine; in neuerer Zeit hat

man jedoch gefunden, daß ein sehr hartes Glas, welches vermöge seines starken Lichtbrechungsvermögens ganz hervorragende Eigenschaften besitzt, durch einen Zusatz des seltenen Metalles Thallium, beziehungsweise von Verbindungen desselben, erhalten wird. Solches Thalliumglas zeigt in farblosem Zustande und als Brillant geschliffen ganz das charakteristische Farbenspiel des Diamanten, und selbst die blauen Strahlen, welche gewöhnliches Glas nicht besitzt, sind deutlich wahrnehmbar. Besonders tritt aber die Schönheit solcher Imitationen und ihre große Aehnlichkeit mit echten Steinen bei einer zweckmäßigen Art der Fassung hervor. Um nämlich das Funkeln und den Glanz zu erhöhen, unterlegt man beispielsweise Glasrubine mit Zinnfolie, auf welcher eine glänzende rothe Anilinfarbe aufgetragen ist; für Smaragde wendet man grüne, für Saphire blaue Unterlagen an, welche ähnlich hergestellt sind wie die bekannten Flaschenkapseln. Es ist dies übrigens ein Verfahren, welches man auch zur Erhöhung der Schönheit echter Edelsteine zur Anwendung bringt, und schon in früheren Jahrhunderten war diese Kunst bekannt. Benvenuto Cellini war darin berühmt. Ja man kann auf diese Weise sogar schwach gelb gefärbte Diamanten vollkommen farblos erscheinen lassen, wenn man sie mit einer schwach bläulichen Folie unterlegt. Es beruht dies auf dem gleichen Principe, welches auch in der Zuckerfabrikation zur Anwendung gelangt; um die Raffinade vollkommen weiß erscheinen zu lassen, um ihr also den gelben Stich zu nehmen, wird eine geringe Menge Ultramarin zugegeben. Die Unterscheidung echter Edelsteine von Glasflüssen gelingt am leichtesten durch die Bestimmung der Härte.

Ein sehr häufig in früherer Zeit geübtes Verfahren behufs Täuschung besteht in der Herstellung der sogenannten Dubletten. Hier wird ein flacher echter Stein auf einen gefärbten und ebenfalls geschliffenen Glasfluß aufgelegt und befestigt, und wenn dies geschickt gemacht ist und sich die Dublette überdies noch in einer Fassung befindet, die nur den echten Obertheil sehen läßt, so ist die Täuschung nur sehr schwer zu erkennen. Sind die Steine mit Hilfe eines Harzes aber nur aufeinandergekittet, so trennen sie sich im warmen Wasser, in welchem das Harz erweicht.

Ein anderes und sehr zuverlässiges Mittel zur Erkennung von Dubletten beruht auf dem verschiedenem Lichtbrechungsvermögen. Bringt man nämlich einen durchsichtigen Körper, einen Glasfluß oder einen Edelstein in eine Flüssigkeit, welche das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie der Stein selbst, so wird der letztere unsichtbar. Eine solche Flüssigkeit erhält man z. B. durch Mischung von Olivenöl mit Kassia- oder Cedernöl. Ist in dieser Flüssigkeit ein echter Diamant unsichtbar, so wird von einer Dublette immer noch das unechte Stück, mag es nun aus Glas oder Bergkrystall bestehen, sichtbar bleiben. Bestehen, wie bei den echten Dubletten, beide Theile aus Diamant, so ist doch die Trennungsfläche wahrnehmbar, und ebenso treten in einer solchen Mischung alle Sprünge und Risse, Trübungen und fehlerhaften Stellen der Edelsteine deutlich hervor, die sich sonst sehr leicht der Beobachtung entziehen.

Auch die wunderbare Entdeckung der X-Strahlen durch Röntgen ermöglichte eine ebenso sichere, als relativ einfache Unterscheidung echter und falscher Diamanten. Während nämlich alle chemischen Verbindungen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen und gleich diesen auch der reine Kohlenstoff, einerlei in welcher Modification, von den X-Strahlen durchdrungen werden, besitzt Glas und Bergkrystall für diese eine weit geringere Durchlässigkeit. Bringt man also echte und falsche Diamanten auf eine Cassette, in der sich eine photographische Platte befindet und setzt man sie der Einwirkung der Röntgenstrahlen aus, so werden nach dem Entwickeln und Copieren der Platte die echten Diamanten keine Spur auf dem Photogramm hinterlassen, dagegen machen sich die falschen Steine als schwarze Flecke bemerkbar. Es ist dies ein ganz untrügliches Kennzeichen, das umsomehr Werth besitzt, als es auch dann angewendet werden kann, wenn sich die zu prüfenden Steine in einer Fassung befinden, denn die Metalle sind kein Hinderniß für die X-Strahlen, oder doch ein geringeres als der Diamant. Ein mit Brillanten besetztes Kreuz erscheint dann auf dem Positiv in sehr schwachen Umrissen, die Stellen, an welchen die Brillanten sitzen, sind vollkommen weiß, wären die Steine dagegen falsch, so würden im Photogramme an ihrer Stelle schwarze Punkte hervortreten.

Den gegrabenen Edelsteinen gleichwerthig müssen jedoch die auf künstlichem Wege hergestellten angesehen werden, denn sie besitzen alle jene Eigenschaften, welche echte Steine auszeichnen, im gleichen Maße, und daher ist es selbstverständlich irrelevant, ob sie aus dem Laboratorium des Chemikers oder aus dem großen Laboratorium der Natur hervorgegangen sind.

Unter den Edelsteinen der dritten Kategorie nimmt der Lasurstein oder der Lapis lazuli eine hervorragende Stellung ein. Er besitzt eine prachtvoll blaue Farbe, welche dem reinen tiefen Blau des Himmels gleichkommt; er ist undurchsichtig, nimmt aber eine hohe Politur an. Häufig wird er von feinen Schwefelkiesadern durchzogen, oder es sind Splitter und Flimmer dieses Minerals eingesprengt; solcher Lazurstein sieht dann aus, als wäre er mit Gold durchsetzt. Die wichtigsten Fundorte dieses prächtigen Minerals sind Tibet, China und Sibirien. Es wird sowohl als Schmuckstein zu Broschen, Ringen, Halsbindennadeln 2c. verwendet, als auch zu Kunstgegenständen verarbeitet; so werden daraus kleine Säulen, Vasen, Tischplatten und ähnliche Gegenstände hergestellt. In früherer Zeit diente Lapis lazuli auch zur Herstellung einer blauen Malerfarbe, indem man das gepulverte Mineral mit Oel anrieb. Seit Entdeckung der Smalte, des künstlichen Ultramarins und endlich der Theerfarben wird der Lapis lazuli wohl kaum mehr zu diesem Zwecke benützt.

Auch einzelne zur großen Gruppe der Feldspathe gehörende Mineralien werden als Schmuckstein verwendet, wie der Sonnenstein, welcher eine bläulichweiße Grundfarbe und einen prächtigen Farbenschiller besitzt. Dieser wird durch Schüppchen von Eisenoxyd bedingt, welche in der Feldspathmasse eingebettet sind. Ganz

ähnlich sind die Mondsteine, auch sie zeigen den prachtvollen Regenbogenschimmer, besitzen jedoch eine bläuliche Grundfarbe.

Der Labrador ist ein dem Feldspathe nahestehendes Mineral, welches im auffallenden Lichte nur eine ganz unscheinbare graue oder bräunliche Farbe besitzt; unter einem gewissen Winkel betrachtet, zeigt er aber ein herrliches Farbenspiel. Da dieser Stein große Härte besitzt, nimmt er eine schöne Politur an. Der wichtigste Fundort ist die Küste von Labrador.



Bergkrystalldruse. Zu Seite 747.

Zahlreiche und sehr geschätzte Schmucksteine liefert die große Familie der Quarze, deren Glieder alle aus reiner Kieselsäure bestehen. Einzelne derselben sind kleinkrystallinisch, wie der gewöhnliche Quarz oder Kiesel, andere Varietäten dagegen krystallisiren in ausgezeichneter Weise; wir erinnern nur an die mächtigen Säulen und Krystallgruppen von Bergkrystall, welche eine Zierde so mancher mineralogischen Sammlung bilden. Der Bergkrystall krystallisirt in sechsseitigen, häufig sehr gut ausgebildeten Säulen und wird in reinem Zustande zur Anfertigung von Brillen und optischen Linsen, jedoch auch zur Herstellung kostbarer Pokale, Schüsseln und Schalen verwendet.

Gefärbte Abarten des Bergkrystalles sind der Rauchquarz, dessen Färbung ihm den Namen verliehen hat, der Rosenquarz, und mehrere andere. Als Schmuck-

stein sehr beliebt ist der violblau gefärbte Amethyst, den schon die Griechen und Römer kannten und zu Trinkschalen verarbeiteten. Man schrieb ihm nämlich die



Schleifmühle für Edelsteine im Idarthale. Zu Seite 749.

Eigenschaft zu, dem Weine die berauschende Kraft zu nehmen; daher stammt auch der Name Amethyst, was etwa »nicht trunken machend« bedeutet. Andere Varietäten des Quarzes sind braun, roth, grünlich oder fast schwarz gefärbt.

Auch die **Achate** bestehen aus Quarz, der sich in vielen Schichten mit wechselnder Färbung übereinander gelagert hat, und innerhalb welcher derbe Lagen mit krystallinischen abwechseln. So findet man Achate, in welchen brauner und weißer Quarz mit Amethyst abwechselt, andere zeigen wieder weiße Zeichnungen auf braunem Grunde; überhaupt tritt eine Mannigfaltigkeit der Zeichnung hervor, welche den Achat zu einem ebenso schönen als interessanten Schmuckstein macht. Natürlich treten diese Zeichnungen erst an geschliffenen Achaten zu Tage.



Achatschleiferei. Zu Seite 749.

Die Bearbeitung und das Schleifen der Achate erfolgt vorzugsweise im Fürstenthume Birkenfeld, in den beiden Städtchen Oberstein und Idar, welche fast die halbe Welt mit Achatwaaren versorgen. An zweihundert Schleifmühlen, deren jede vier bis fünf durch Wasserkraft bewegte Schleifsteine enthält, sind hier in Thätigkeit, und diese Industrie reicht bis in das XV. Jahrhundert zurück, wo sie durch einen Grafen von Nassau, der in Bologna die Kunst der Steinschleiferei kennen gelernt hatte, eingeführt wurde. Das Schleifen der Achate ist eine sehr mühevolle Beschäftigung; je zwei Arbeiter liegen fast wagrecht vor einem Schleifsteine, an welchen sie durch das Gewicht ihres Körpers den zu schleifenden Stein anpressen.

Hier wird auch die Kunst, Achate zu färben, geübt. Dies beruht darauf, daß viele dieser Steine, ihrer Entstehung entsprechend, mehr oder minder poröse Stellen besitzen. Legt man sie in eine Zuckerlösung, so dringt diese nach Ablauf mehrerer Wochen in den Stein ein und erfüllt alle Hohlräume und Poren desselben. Kocht man nun den Achat mit concentrirter Schwefelsäure, so wird der Zucker verkohlt, die Kohle scheidet sich in feiner Vertheilung ab, und es entstehen dann Streifen und Flecken von schön schwarzer oder brauner Farbe. Eine blaue Färbung wird durch Beizen mit Blutlaugensalz und Kochen mit Eisenvitriollösung, wobei Berlinerblau entsteht, hervorgerufen.

Sehr schöne sogenannte Trümmerachate werden in der Nähe des Dorfes Schlottwitz in Sachsen gefunden, auch Böhmen, Hessen und Franken sind reich an sehr schönen Stücken, die in besonders großer Mannigfaltigkeit bei Obersteinen im Nahethale gefördert werden.....

An dieser Stelle wollen wir auch ein Naturproduct besprechen, das ebenfalls vielfach zu Schmuckzwecken verwendet wird, und das man auch, zum Theile wenigstens, auf bergmännische Weise gewinnt. Es ist dies der zur Gruppe der fossilen Harze gehörende Bernstein, der schon den Alten bekannt war und von diesen eine sehr hohe Werthschätzung erfuhr. Dies ist begreiflich, denn einerseits beobachtete man schon in früher Zeit die Eigenschaft des Bernsteins, durch Reibung befähigt zu werden, leichte Gegenstände anzuziehen und abzustoßen, und dieses merkwürdige Verhalten, das, wie wir heute wissen, darauf zurückzuführen ist, daß der Bernstein, wie jedes andere Harz, durch Reibung elektrisch wird, verschaffte ihm ein ebenso hohes Ansehen, wie dem Magneteisenerze die geheimnißvolle Kraft, Eisenstückchen festzuhalten, andererseits aber war er seiner schönen Farbe wegen, und der Leichtigkeit, mit der er zu Schmuckgegenständen verarbeitet werden konnte, beliebt. Endlich mag noch erwähnt werden, daß man ihm besondere heilkräftige Wirkungen nachsagte, ein Aberglaube, der sich bis auf unsere Tage noch theilweise im Volke erhalten hat. Man schrieb ihm die Eigenschaft zu, Drüsenanschwellungen am Halse zu heilen oder zu verhüten, und dieser Umstand hat zu einem eigenthümlichen Mißverständnisse bezüglich der Herkunft des Bernsteins Anlaß gegeben. Die Schriftsteller des Alterthums berichten nämlich, daß der Bernstein aus einem Flusse Namens Eridanos stamme. Nun sagten allerdings Einzelne, dieser mythenhafte Eridanos münde in das nördliche oder nordwestliche Meer, Andere dagegen erblickten in ihm die heutige Rhone, wieder andere den Po. Und gerade diese letztere, selbstverständlich irrthümliche Deutung ist darauf zurückzuführen, daß Drüsenanschwellungen am Halse, also Kröpfe, seit jeher an den südlichen Abhängen der Alpen heimisch waren, die Bevölkerung an den Po-Ufern trug daher, um sich gegen dieses Uebel zu schützen, Halsketten aus Bernsteinstücken, und dies war, wie schon Plinius hervorhebt, die Ursache, daß man den Eridanos mit dem Po identificirte und diesen als den Ort der Herkunft des Bernsteins ansah.

Die wahre Natur und Abstammung des Bernsteins hatte schon Aristoteles erkannt, und er bezeichnete ihn als einen den Bäumen entflossenen Stoff. Diese Erkenntniß ging aber später wieder verloren, und wie man im Mittelalter überhaupt die naheliegendsten Erklärungen übersah, um sich in mystischen Deutungen und Vermuthungen zu ergehen, so geschah es auch mit dem Bernstein, über dessen Herkunft man die absonderlichsten Anschauungen hegte. Erst im Jahre 1796 erklärte Beck den Bernstein neuerdings für ein Pflanzenharz, Struve wies 1811 seine Abstammung von Coniferen nach, und Conwentz endlich bezeichnete eine Fichte, die nach ihm benannte Pinus succinifera Conw., als die Erzeugerin dieses interessanten Stoffes. Es gelang ihm dies auf Grund von Holzresten und Rindenstücken dieses Baumes, die sehr häufig im Bernstein eingeschlossen angetroffen werden. Dieser Baum stand in zahlreichen Exemplaren, dichte Wälder bildend, auf einem der Kreidezeit entstammenden Boden, und einerseits wurde er beiläufig durch die Küste der heutigen Ostsee begrenzt. Ueber die Flora und Fauna dieser Epoche sind wir durch die Einschlüsse des Bernsteins vortrefflich unterrichtet, neben Fichten und Tannen gediehen auch Thuyen, Eichen, Palmen und Lorbeergewächse, dann aber auch mächtige Farne, Flechten und Moose. Im Großen und Ganzen glich diese Flora jenen Vegetationsformen, die wir heute im südlichen Nordamerika und in Japan beobachten können, und von der Fauna ist Aehnliches zu sagen, ja viele Reste derselben gehören heute noch lebenden Gattungen an, wenn auch die einzelnen Arten selbst ausgestorben sind. In diesen dichten Waldungen sammelte sich nun das Harz im Laufe der Jahrtausende an, die Bäume starben ab, und neuer Nachwuchs trat an ihre Stelle. In der Folge erfuhr dann diese primäre Lagerstätte des Bernsteins durch Senkungen und Ueberfluthungen manche Veränderung und Umlagerung; im Allgemeinen ist jedoch das Vorkommen des Bernsteins, in primärer Lagerung wenigstens, auf die Kreide- und Tertiärformation beschränkt.

Die wichtigsten Fundorte des Bernsteins sind die Nordküste Preußens, dann die Westküste von Schleswig-Holstein und Dänemark und die Küste des Nördlichen Eismeeres. Die größten Mengen werden an der Ostsee ausgeworfen und sie bilden oder bildeten wenigstens in früherer Zeit eine äußerst wichtige Erwerbsquelle der armen Küstenbevölkerung, die nicht mit Unrecht deshalb für das fossile Harz den Namen »Strandsegen« erfand. Doch datirt diese Benennung wohl erst aus jüngerer Zeit, denn früher, und zwar schon im XIII. Jahrhundert wurde der Bernstein als hoch ergiebiges Steuerobject betrachtet, und die deutschen Ritter beuteten das Bernsteinregal sehr zu ihrem Vortheile aus. Um Unterschlagungen vorzubeugen, wurden besondere »Bernsteingerichte« eingesetzt, und die Strandbevölkerung mußte den »Bernsteineid« leisten, sich keinen Bernstein anzueignen. Für die sehr mühevolle und geradezu gefährliche Arbeit der Bernsteingewinnung erhielten sie aber keine andere Entschädigung, als das Salz, dessen sie zur Conservirung der Fische bedurften. Dann wurde die Bernsteinnutzung an



Bernstein-Baggerung im Kurischen Haff. Zu Seite 753.

Danziger Kaufleute verpachtet, die einen schwunghaften Handel betrieben, und endlich nahm die Regierung selbst das sehr einträgliche Unternehmen in die Hand. Mit dem Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde endlich der »Bernsteineid« abgeschafft und 1860 die Bernsteingewinnung an die Firma Stantien & Becker in Generalpacht gegeben, die solche Erfolge zu verzeichnen hatte, daß die jährliche Pachtsumme von 30.000 Mark bald auf 800.000 Mark stieg. An der Küste von Ost- und Westpreußen ist die Bernsteingewinnung Regal, desgleichen an der Küste einzelner Pommerscher Kreise; von der Mündung der Weichsel bis Polsk hat die Stadt Danzig das Recht der Bernsteingewinnung. An allen andern Stellen ist der Bernstein aber der wahre »Strandsegen«, denn er gehört dem Eigenthümer des Grundes, auf dem er gefunden wurde.

Die wichtigste Lagerstätte des Bernsteins ist eine an der Küste der Ostsee sich hinziehende dunkel gefärbte lehmige Schicht, die »blaue Erde«, deren Mächtigkeit zwischen 1 und 6 Meter wechselt. Stellenweise setzt sich diese »blaue Erde« auch unter den Meeresspiegel fort, und dies erklärt daher das häufige Vorkommen des Bernsteins in Tangmassen, die Nordweststürme vom Meeresgrunde loslösen und an das Land werfen. Nach diesem Vorkommen richtet sich auch die Gewinnung des Bernsteins. So wird einerseits alles an den Strand geworfene »Bernsteinkraut« einer eingehenden Durchmusterung unterzogen, andererseits werden schwimmende Tangmassen auch mit Netzen gefangen und ans Land gebracht. Man sucht jedoch auch durch künstliche Mittel den Bernstein aus der vom Meere bedeckten »blauen Erde« loszulösen, indem man schwere Netze mit scharfen Rändern über den Grund schleifen läßt und große Steine zuvor mit Hebevorrichtungen auf Flöße zieht. Die Firma Stantien & Becker hatte übrigens durch systematisches Baggern und mit Hilfe von Tauchern im Kurischen Haff ganz besondere Erfolge erzielt.

Auch auf bergmännische Weise, durch Graben, wird auf dem festen Lande Bernstein aus der »blauen Erde« gewonnen, und in mancher Beziehung ist diese Gewinnungsart sicherer und einträglicher als das sogenannte Stechen des Bernsteins. Schöne Stücke dieses sehr leicht zu bearbeitenden Materiales besitzen übrigens einen Werth, der manchmal jenen des Silbers übertrifft und ihm zum mindesten gleichkommt; ein Hauptort der Verarbeitung des Bernsteins ist Wien, das fast die ganze Welt mit Bernsteinschmuck und Rauchgegenständen aus Bernstein versorgt . . .

Es ist begreiflich, daß auch unsere Dichter sich der Edelsteine als Gleichnisse bedienen, um hervorragende Tugenden damit in Parallele zu setzen. Doch ist es erhebend, daß das Menschengeschlecht Dinge kennt, die ihm werthvoller sind als die werthvollsten Edelsteine, Dinge, die allerdings keinen Geldwerth besitzen und auch nicht von einer Hand in die andere gelangen können. »Die werthvollsten Edelsteine Deutschlands« — sagt Heine — »sind seine Männer, sein nahrhaftes Korn, sein erquickender Wein und vor Allem die deutschen Frauen mit den

klaren, treuen Augen.« Am schönsten hat dies aber Julius Otto ausgedrückt, der da singt:

»Ich kenn' ein hellen Edelstein von köstlich hoher Art,
In einem stillen Kämmerlein da liegt er gut verwahrt.
Kein Demant ist's, der diesem gleicht,
Soweit der liebe Himmel reicht.
Die Menschenbrust ist's Kämmerlein,
Da legte Gott so tief hinein
Den schönen hellen Edelstein:
Das treue, das treue deutsche Herz.«




DIE NUTZBAREN
GESTEINE.
E. MEISSNER sc.
L. E. Petrovits del.



»Willst du, daß wir mit hinein
In das Haus dich bauen,
Lass' es dir gefallen, Stein,
Daß wir dich behauen.«
Rückert.

Zu den zahlreichen nützlichen Stoffen, welche die Erde den Menschen bietet, zählen auch die nutzbaren Gesteine. Wohl wird deren Werth oft verkannt, und da sie eben allenthalben zur Anwendung gelangen, da ihre Zahl eine relativ große, ihr Vorkommen im Allgemeinen ein häufiges ist, da ihre Gewinnung meist in einer mehr primitiven Art erfolgt, sieht man geringschätzig auf sie herab. Und doch ist ihre Bedeutung für unsere Cultur nicht zu verkennen. Es ist daher nur recht und billig, wenn wir auch diese so wichtigen Rohstoffe, nachdem wir die Gewinnung der Erze, des Salzes und der Kohle, des Erdöles und der Edelsteine kennen gelernt, besprechen und uns ein Bild von ihrer Bedeutung, ihrer Gewinnung und Bearbeitung zu machen suchen.

Der Beginn der Cultur im Allgemeinen kann erst von jenem Zeitpunkte an gerechnet werden, als der Mensch das nomadisirende Herumziehen aufgab und begann, sich feste Wohnstätten zu bauen. Das erste Wohngebäude mit steinernen Mauern, das nicht nur Schutz gegen die Witterung bot, sondern auch dem persönlichen Eigenthume höhere Sicherheit gewährte, war daher mehr als mancher andere Factor berufen, das Gefühl der Seßhaftigkeit auf eigenem Grund und Boden zu vermitteln. Mit diesem Zeitpunkte begann aber die culturelle Entwickelung des Menschengeschlechtes, und steinerne Mauern waren noch oft nöthig, um die Cultur gegen das Anstürmen wilder Horden zu schirmen und zu schützen.

Es ist überhaupt bemerkenswerth, daß alle alten Völker, welche sich durch einen hohen Culturzustand auszeichneten, uns gewaltige und durch ihre Dimensionen heute noch unser Staunen erregende Bauwerke hinterließen, daß sie also Meister in der Bearbeitung und Verwendung der nutzbaren Gesteine waren. Wir sehen dies bei den Babyloniern, den Assyrern und den Aegyptern, wir erkennen dies an den römischen Bauten und an den Monumentalbauten der hellenischen Kunst. Bei Betrachtung dieser Ueberreste vergangener Tage werden wir geradezu auf den Gedanken geführt, daß die alten Völker eine größere Freude an prächtigen Bau-

werken gehabt haben mögen, als ihre Epigonen, und daß gerade der reich gegliederte Monumentalbau ihnen ein willkommenes Mittel bot, um nicht nur ihr Können, ihre Macht und ihren Reichthum nach Außen geltend zu machen, sondern um auch den Formensinn und das Auge zu befriedigen.

Freilich kam dies bei den verschiedenen Völkern in verschiedener Weise zum Ausdruck. Wie verschieden von den Bauten der Römer und Griechen waren doch die ägyptischen Tempel und Königspaläste, und wie stark contrastirte der heitere, hellenische Baustyl gegen die massigen, ernsten Bauwerke der Römer!



Säulenhof in Luxor. (Nach einer Photographie.) Zu Seite 758.

Geradezu bewunderungswürdig sind aber die baulichen Leistungen der Aegypter, die wahre Meister in der Behandlung und Bearbeitung der nutzbaren Gesteine waren. Sie verschmähten die Zusammensetzung ihrer gewaltigen Königs- und Götterstatuen aus mehreren Stücken, aus einem Blocke wurden sie gemeißelt, und diese Blöcke wurden weite, weite Strecken transportirt, um schließlich, am Orte ihrer Bestimmung angelangt, bearbeitet und aufgerichtet zu werden. Ganze Felswände wurden abgeebnet, um aus dem Fels, also innig verwachsen mit diesem, eine Statue zu hauen, kleine Gebirgsrücken trugen sie in solcher Weise ab, daß die bekannte Gestalt der Sphinx hinterblieb, und die Decken ihrer Tempel und Paläste bestehen häufig aus einer einzigen Steinplatte. Ihre Todten legten

sie in aus einem Blocke gearbeitete Sarkophage, und bestatteten sie in den weitverzweigten Felsengräbern, gegen welche die berühmten römischen Katakomben verschwindend klein erscheinen; das Materiale aber, welches sie bei Herstellung dieser das Gebirge kreuz und quer durchziehenden Gänge und Säle förderten, diente zum Baue der Städte und der Pyramiden. Und gerade diese vermögen uns einen richtigen Begriff von der das Gewaltige liebenden Baukunst der Aegypter zu geben, und nicht mit Unrecht sagt ein ägyptisches Sprichwort: »Die Menschen fürchten sich vor der Zeit, die Zeit aber fürchtet sich — vor den Pyramiden.«

Die Verschiedenheit, welche uns in den Baudenkmälern der Völker entgegentritt, ist aber nicht nur auf nationale Eigenarten zurückzuführen, vielmehr werden wir zu dem Schlusse gedrängt, daß auch das zur Verfügung stehende Materiale hierbei eine große Rolle spielte. Die Hilfsmittel zur Bearbeitung der Gesteine waren unvollkommen, das Fehlen geeigneter Verkehrsmittel verhinderte die Herbeischaffung eines anderen als des local vorhandenen Gesteines. So mußte sich denn die Kunst und der Baustyl dem gegebenem Rohmateriale anpassen und das erreichen, was zu erreichen war. Den Aegyptern stand nur der zwar prächtig gefärbte, aber harte und schwer zu bearbeitende Granit und Syenit zur Verfügung, der die Ausarbeitung zierlicher Ornamente nicht zuließ, dafür aber sehr politurfähig war und dann prächtig spiegelnde Flächen zeigte. Dies harte und widerspenstige Gestein war daher die Ursache der Starrheit, die wir in allen ägyptischen Bauwerken trotz deren Großartigkeit wahrnehmen können. Glatte aufstrebende Flächen, mächtige Thorpfeiler, Statuen in sitzender Stellung, die Arme dicht an den Körper geschmiegt — dies ist das charakteristische Merkmal des ägyptischen Baustyles und der ägyptischen bildenden Kunst.

Ganz anders in Griechenland und in Italien. Hier stand den Baumeistern der herrliche, weiche und daher bearbeitungsfähige Marmor zur Verfügung, der willig unter dem Meißel sich gestalten ließ, der aber auch Festigkeit genug besaß, um als stolze Säule, die im Gegensatze zu den ägyptischen Säulen reich verziert und ornamentirt wurde, große Lasten zu tragen. Die Römer hatten aber auch andere Materialien, die guten Mörtel und treffliche Ziegel lieferten, und so wurden sie zu den Erfindern der gewölbten Decke und der kühnen Bogenstellungen, die wir an den Ueberresten ihrer Arenen und Wasserleitungen bewundern können. Die Künstler der Griechen und Römer schufen aber aus dem blendenden Marmor die herrlichsten Kunstwerke, die selbst im verstümmelten Zustande unser Entzücken wach rufen, und unser Herz mit glühender Liebe zur classischen Kunst erfüllen.

Den deutschen Steinmetzen stand wieder der weiche Sandstein in großer Menge zu Gebote, und aus diesem bildsamen Materiale schufen sie die Meisterwerke der Gothik, die zierlichen Thürmchen und lauschigen Erker, die Spitzbogen, Fenster und Kanzeln, deren bis ins kleinste Detail ausgearbeitetes Ornament den Eindruck eines versteinerten Blättergewindes macht.

Heute ist dies nun freilich in mehr als einer Beziehung anders geworden. Heute ist der Künstler wie der Baumeister nicht mehr ausschließlich darauf angewiesen, den an Ort und Stelle gebrochenen Stein zu verarbeiten. Auf weite Strecken werden heute Bausteine herbeigebracht, der Marmorblock muß lange Reisen zurücklegen, ehe er im Atelier des Bildhauers anlangt, und auch die Kunst der Steinbearbeitung hat bedeutende Fortschritte zu verzeichnen. Heute fällt es nicht mehr schwer, große Blöcke zu gewinnen, welche mittelst Maschinen bearbeitet und polirt werden, und die Beschaffung eines geeigneten Materiales bereitet überhaupt keine Schwierigkeit mehr, soferne nur genügend Geld vorhanden ist.

»Steinerne Meere« hat man nicht mit Unrecht unsere modernen Städte geheißen, in denen wir von drei Seiten von Stein umschlossen werden. Die großen Städte sind aber heute der Sitz der Künste und Wissenschaften, sie sind die Centren der Cultur und die Mittelpunkte des gewerblichen und gesellschaftlichen Lebens. Ohne Kenntniß der Gewinnung und Bearbeitung der nutzbaren Gesteine gäbe es noch keine Stadt, und das Zelt des Jägers oder das Blockhaus des Hinterwäldlers wäre der Typus des Wohngebäudes. Ohne Kenntniß der nutzbaren Gesteine wäre aber auch so manches Meisterwerk der Technik, wären die kühnen Wasserbauten und die herrlichen Dome nicht zu Stande gekommen. Wir müssen daher die nutzbaren Gesteine den Erzen und der Kohle im Werthe gleich achten, wenn dieser auch vielleicht nicht in solch eclatanter Weise zu Tage tritt, wie bei den bergmännisch geförderten Materialien. . . . .

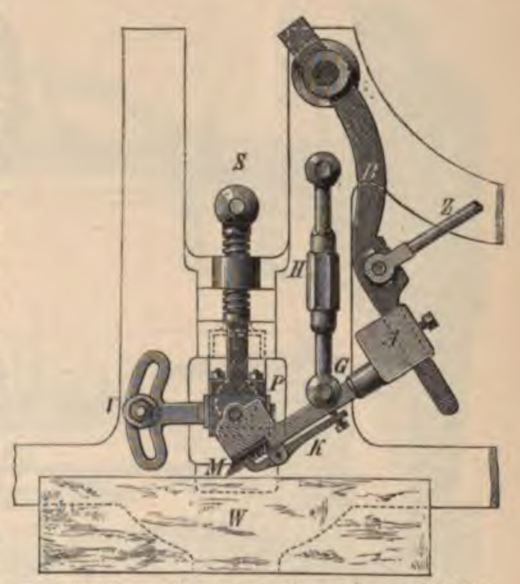
Die Werkzeuge, welche zur Gewinnung der nützlichen Gesteine Verwendung finden, sind im Allgemeinen die gleichen, deren sich auch der Bergmann bedient: Spitzhaue und Keilhaue, Schlägel und Eisen, Meißel von verschiedener Form u. s. f. Auch die Anlage der Bohrlöcher und das Sprengen erfolgt in genau der gleichen Weise, wie wir dies schon an früherer Stelle kennen lernten.

Ja selbst zwischen der Anlage der Steinbrüche und jener von Grubenbauen ergiebt sich mehr als eine Aehnlichkeit, denn schließlich ist es doch einerlei, und sind die gleichen Sicherungsmaßnahmen, Transportmittel ꝛc. erforderlich, ob Erze, Kohle oder Gestein gefördert wird.

Die Anlage der Steinbrüche richtet sich ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Liegt das zu gewinnende Gestein zu Tage, so wird es durch Tagbau gewonnen, das Gleiche ist der Fall, wenn nur eine dünne Schicht von anderem Materiale darauf ruht. Kommt es dagegen in größerer Tiefe vor, so daß die vollständige Bloßlegung mit zu großer Mühe und bedeutenden Kosten verbunden wäre, so wird richtiger Bergbau in allen seinen Variationen, die durch die localen Verhältnisse, besonders durch das Vorkommen des Gesteines, bedingt sind, wie Pfeilerbau, Firstenbau u. s. w. getrieben. Auch die Förderung, Wetterführung und Wasserhaltung werden dann in gleicher Weise vorgenommen, so daß wir darüber nach unserer eingehenden Schilderung an früherer Stelle wohl nichts mehr zu sagen brauchen.

In der Form, in welcher der Stein den Steinbruch verläßt, wird er aber
: in einem einzigen Falle verwendbar sein, nämlich dann, wenn es sich um
:stellung von Bruchsteinmauerwerk handelt. Für alle übrigen Zwecke muß der
:in dagegen bearbeitet, behauen werden, um ihm eine regelmäßige Form zu er=
ilen und um das enge Aneinanderfügen mehrerer Steine zu ermöglichen.

Ursprünglich geschah diese Bearbeitung ausschließlich mit Hilfe verschiedener
:rkzeuge, die aber durch die Kraft der Hände in Bewegung gesetzt wurden.
s Behauen eines Steinblockes ist aber eine ebenso anstrengende als zeitraubende
beit, und man war daher bestrebt, auch hier Maschinenarbeit an Stelle der
ndarbeit treten zu lassen.

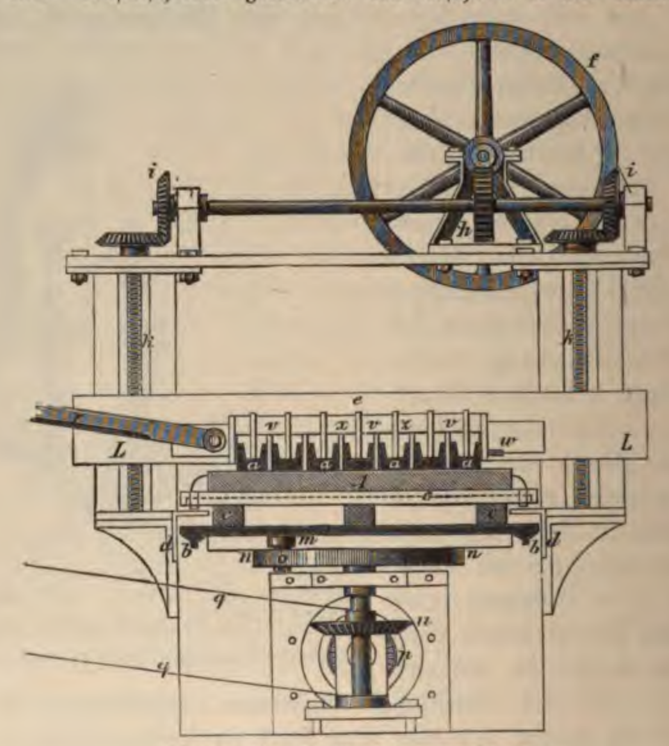


Steinbearbeitungsmaschine von Girwood. Zu Seite 761.

Dies führte zur Construction der
einbearbeitungsmaschinen, welche in
ßer Anzahl zur Verfügung stehen.
ne solche Vorrichtung zeigt unsere
bildung; es ist dies die Stein=
rbeitungsmaschine von Robert
rwood, die fast ausschließlich zur
rstellung ebener Flächen dient. Die
rnen Meißel M, zu je vier in
ppelgehängen G durch die Klemm=
rrichtung K gehalten, werden durch
auf den Armen B befestigten
hlägel A getrieben, welche entweder
rch Hebedaumen oder durch kleine
mpfkolben mit Hilfe der kleinen
gstangen Z in Bewegung gesetzt
rden. Diese Meißel können durch
Schraube S und die Schraub=
lsen H in die der betreffenden Gesteinsart erfahrungsgemäß günstigste
igung gebracht werden, und man kann durch die Stellvorrichtung V den Auf=
ngungspunkt P so drehen und feststellen, daß die kurze Meißelbahn der Geraden
ch Möglichkeit nahe kommt. Die Vorwärtsbewegung des auf einem Schlitten
festigten Werkstückes W erfolgt durch eine hydraulische Presse, die durch eine
ttelst eines verstellbaren Excenters betriebene Pumpe bewegt wird.

Das Schleifen der Steine erfolgt bei kleineren Werkstücken meistens von
nd und mit Hilfe kleinerer Schleifsteine. Sollen jedoch größere Stücke geschliffen
rden und sollen dabei Quarzsand oder Schleifpulver Verwendung finden, so
rden Schleifmaschinen benützt. Diese bestehen im Wesentlichen aus schnell rotirenden
rizontalen oder verticalen Schleifscheiben, welche für härtere Gesteine aus weichem
tahl oder Gußeisen, für weichere auch wohl aus Kupfer oder Blei hergestellt werden
d das Schleifmittel unter regulirbarem Wasserzuflusse über die Steinfläche hin= und

herführen. Die Hirschbeck'sche Schleifmaschine ermöglicht es, nicht nur Platten, sondern auch Prismen, Pyramiden u. s. w. zu schleifen. Das Untergestell dieser Schleifmaschinen trägt eine aus mehreren gehobelten Stücken zusammengesetzte, durch ein Winkeleisen d verdeckte Schlittenbahn b, auf welcher sich zwei Schlitten c befinden. Dieser Schlitten ist zur Verminderung seines Gewichtes und zum Durchlassen von Schlamm und Wasser mit Ausschnitten versehen. Um ihn mit dem Steine einen beliebigen Weg machen lassen zu können, ist die durch die Winkelräder p mittelst Riemen q und Stufenscheiben getriebene Kurbelscheibe n mit einem Schlitze o



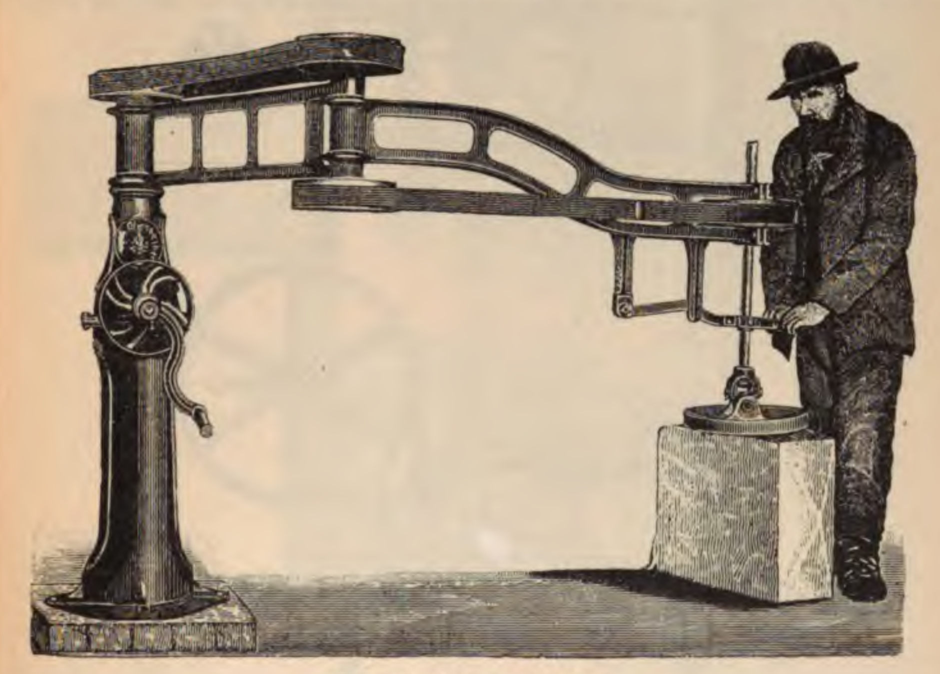
Hirschbeck'sche Schleifmaschine. Zu Seite 762.

für den Kurbelzapfen versehen. Der Schlitten macht pro Minute 60 Umdrehungen. Die Schleifscheibe e, welche durch eine Kurbelscheibe und Kurbelstange r bewegt wird und pro Minute etwa 100 Touren macht, ist in Fächer getheilt, und jedes dieser Fächer enthält eingeschraubt eine Reihe quadratisch ausgehöhlter Hartgußklötze a. Ueber jeder Reihe der Klötze liegt eine Schiene x, durch welche Schrauben z führen, um mit deren Hilfe die Klötze niederzudrücken. Der Schleifscheibe wird der als Schleifmittel dienende Quarzsand aus einem über der Maschine angebrachten Sandkasten zugeführt, außerdem fließt auch Wasser zu.

Gewöhnlich ist durch das bloße Schleifen die Oberfläche eines Steines noch nicht genügend glatt, und dann muß das betreffende Stück noch polirt werden.

Zum Poliren dienen die verschiedensten Materialien, wie Schmirgelpulver, Eisenoxyd, Marmorstaub, Holzkohlenpulver u. s. w. Auch zur Ausführung dieser Arbeit wurden verschiedene Maschinen construirt; bei letzteren wird eine mit dem Polirmittel bestrichene Scheibe oder ein ballenförmiges Instrument in sehr schnelle Rotation versetzt, die Einrichtung dieser Maschinen ist daher jener der Schleifvorrichtungen sehr ähnlich.

Um größere Steinblöcke mit geringem Materialverlust in kleinere zu zertheilen, beispielsweise daraus Platten zu verfertigen, oder um unregelmäßig ge-



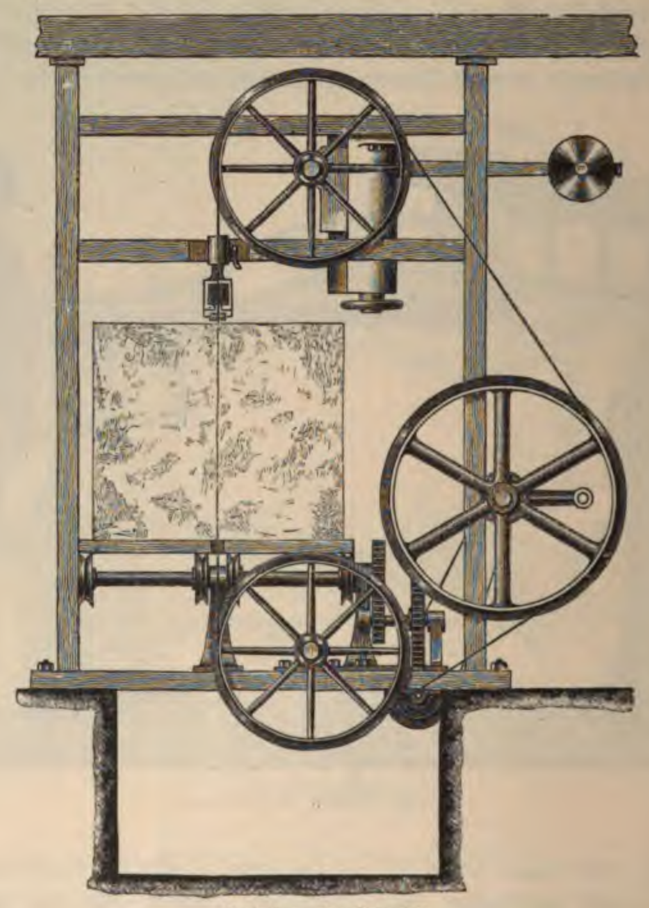
Steinpolirmaschine. Zu Seite 763.

formte Steine mit rauher Oberfläche in regelmäßig gestaltete Werkstücke mit ebenen Flächen und scharfen Kanten durch Wegnahme dünner Schichten umzuwandeln, benützt man Steinsägen mit stählernen oder kupfernen, bei harten Gesteinen zahnlosen, bei weichen gezähnten Sägeblättern. Das Sägen kann sowohl mit der Hand als auch mit Hilfe von Maschinen erfolgen, letztere sind besonders dann am Platze, wenn größere Stücke zu zertheilen sind. An Stelle der gezähnten Sägeblätter kommt auch ein Stahldraht zur Anwendung; um dessen Wirkung zu erhöhen wird Quarzsand oder Schmirgelpulver nebst Wasser in die Schnittfuge gebracht.

In neuerer Zeit hat man, besonders in Amerika, auch Diamantsägen mit sehr gutem Erfolge angewendet. Diese Sägen, deren Blätter links und rechts abwechselnd mit schwarzen Diamanten besetzt sind, eignen sich vorzüglich zum Schneiden

sehr harter Gesteine, besitzen jedoch den Uebelstand, daß die Diamanten leicht aus der Fassung springen und verloren gehen.

Die Herstellung von Säulen erfolgt auf Drehbänken, welche ganz die Einrichtung jener Drehbänke besitzen, die zur Holzbearbeitung verwendet werden. Zunächst wird die Säule roh aus dem Gesteinsstücke ausgearbeitet, dann in die



Steinsäge. Zu Seite 763.

Drehbank eingesetzt, abgedreht und schließlich polirt, was ebenfalls in der Drehbank geschieht.

Nach diesem kurzen Ueberblicke über die zur Bearbeitung der Gesteine dienenden Werkzeuge und maschinellen Hilfsmittel gehen wir nun zur Besprechung der nutzbaren Gesteine selbst über. Wir beginnen mit dem wichtigsten und am meisten angewendeten derselben, mit dem Kalkstein.

In der Natur ist der Kalkstein sehr weit verbreitet; er bildet ganze Gebirgszüge, und es wird daher an diesem so wichtigen Materiale nicht so bald ein Mangel

ıtreten. Seiner Zusammensetzung nach ist der Kalkstein kohlensaurer Kalk. äufig ist jedoch ein Theil des Kalkes durch Magnesia vertreten; solches Gestein, elches dann aus kohlensaurem Kalke und kohlensaurer Magnesia besteht, führt n Namen Dolomit.

Die Formen, in welchen der kohlensaure Kalk in der Natur auftritt, sind ðchst verschieden. Den größten Werth besitzt die feinkrystallinische weiße Varietät s Kalksteines, der Marmor, von diesem aber bis zum gewöhnlichen, dichten nd unkrystallinischen Kalkstein sind alle Zwischenstufen vorhanden. Auch die reide, aus der ein großer Theil der englischen Küste besteht, und die herrlichen



Bearbeitete Steine. a Quader mit abgestumpften Kanten. b Rustica-Quadermauerwerk. c Brillantquader.
Zu Seite 763.

ropfsteingebilde in vielen unterirdischen Grotten und Höhlen bestehen aus kohlen- urem Kalk, desgleichen der Kalksinter, der sich als weißer, oft aber vielfarbiger eberzug an Felswänden oder am Rande einzelner Quellen abscheidet.

Die Tropfsteine und der Kalksinter verdanken ihre Entstehung dem Umstande, aß der kohlensaure Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist. Jede Quelle, ie aus der Erde quillt, und jeder Strom, der dem Meere zustrebt, führt gelösten alk mit sich, und das Gleiche ist mit jedem feinen Wasseräderchen und jedem ein- elnen Wassertropfen der Fall, der in Felsenhöhlen von der Decke niedersinkt. obald aber das Wasser mit der Luft in Berührung kommt, geht ein Theil der elösten Kohlensäure verloren und dementsprechend wird auch eine geringe Menge hlensaurer Kalk unlöslich, der sich niederschlägt. Zuerst ist dies allerdings ein it freiem Auge nicht wahrnehmbares Pünktchen, folgt aber Tropfen auf Tropfen nd hinterläßt jeder ein Minimum an Kalk, so entstehen auf diese Weise schließ-

lich jene herrlichen, im reinsten Weiß schimmernden, als Tropfsteine bekannten Gebilde, die wir in der Adelsberger-Grotte, in der Slouperhöhle in Mähren und an anderen Orten bewundern können. In beiden finden sich Tropfsteingebilde von vielen Metern Höhe und einzelne sind darunter, die weit mehr als 1 Meter im



Ein Stalagmit, genannt »der Brillant«, aus der Adelsberger Grotte. (Nach einer Photographie von M. Schäber in Adelsberg.) Zu Seite 766.

Durchmesser besitzen. Auch diese Kolosse sind auf gleiche Weise entstanden, wie die eiszapfenähnlichen kleinen Gebilde — Tropfen auf Tropfen mußte fallen und jeder seine Spur hinterlassen. Wie lange aber die Natur gebraucht, um solch eine gewaltige Säule zu bauen, ja welche Zeit nur das Wasser benöthigt hat, um die unterirdischen Höhlen auszuwaschen, das entzieht sich unserer Berechnung. Wir können jedoch mit Sicherheit annehmen, daß es auch nicht rascher gegangen sein

nag, als der Aufbau der mächtigen Kohlenflötze. Die Natur arbeitet langsam aber — consequent.

Die berühmtesten Gewinnungsorte für Marmor sind Paros (Griechenland) und Carrara bei Genua. Aus parischem Marmor sind alle die herrlichen antiken griechischen Kunstwerke gehauen, Carrara hat schon den Bildhauern Roms zu Augustus' Zeiten das kostbare Material geliefert. Mit dem Verfalle Griechenlands und Roms verschwand jedoch der einst so hoch entwickelte Kunstsinn, kein Mäcen beauftragte mehr einen Künstler, eine Venus zu formen, kein griechischer Bildhauer schuf mehr Niken und Grazien. Und wie die Akropolis und das alte Rom in Trümmer sanken, wie die Werkstätten der Bildhauer, in denen dereinst frohes fröhliches Leben geherrscht und heiteres Lachen erschallte, verödeten und verwaisten, so erging es auch den berümten Marmorbrüchen. Die Arbeit wurde eingestellt, frisches Grün wucherte aus dem Gesteine und dem Schutte hervor. Bergstürze verschütteten einzelne Theile und schließlich war unter der nahe wohnenden Bevölkerung nicht einmal die Sage von ihrer einstmaligen Blüthe vorhanden.

So vergingen Jahrhunderte und abermals Jahrhunderte. Als aber in unserem Jahrhundert Italien und Griechenland dem Verkehr erschlossen wurden, als die alten Götter Griechenlands nach langem Schlafe aus Schutt und Trümmern wieder in sieghafter Schöne ans heitere Licht der Sonne emporstiegen, da forschte man auch jenen Stellen nach, von welchen der kostbare Marmor stammte. Man suchte — und fand. Besonders war es das Verdienst eines deutschen Gelehrten, Siegel, die berühmten parischen Marmorbrüche neuerdings entdeckt und erschlossen zu haben.

Auch Tirol liefert schönen Marmor, und der Laaser Stein diente schon manchem Künstler, was er mit seinem geistigen Auge geschaut, der Wirklichkeit darzustellen. Tirol, namentlich aber Salzburg, sind aber auch reich an anderen, färbigen Marmorsorten, welche geschliffen nicht nur zur Herstellung vieler Gegenstände, wie Briefbeschwerer, Salzfässer, Krüge und Vasen dienen, sondern auch zur Auskleidung von Prunkzimmern Verwendung finden.

Die dichten Varietäten des Kalksteins sind zwar nicht zur Herstellung von Kunstwerken geeignet, sie bilden aber nichtsdestoweniger ebenfalls ein höchst brauchbares und werthvolles Materiale. Da der Kalkstein ziemlich weich ist, kann er ohne besondere Mühe gebrochen und bearbeitet werden, er dient daher als Baustein und wird auch zur Herstellung ornamentirter Façaden verwendet.

Von größter Bedeutung ist jedoch der gebrannte Kalkstein, der Aetzkalk oder kurzweg Kalk. Wird nämlich kohlensaurer Kalk höheren Temperaturen ausgesetzt, so wird die sonst sehr innige Verbindung zwischen Kalk und Kohlensäure gelöst. Letztere verflüchtigt sich und es hinterbleibt die Sauerstoffverbindung des Metalles Calcium, der Kalk. Dieser besitzt aber höchst werthvolle Eigenschaften.

Wird Aetzkalk mit wenig Wasser befeuchtet, so zerfällt er zu einem lockeren trockenen Pulver, wobei er Wasser aufnimmt und eine bedeutende Wärmemenge

frei wird. Wird hierzu mehr Wasser verwendet, so erhält man den gelöschten fetten Kalk, einen Kalkbrei, der, mit Sand untermengt, als Mörtel dient. Wird solcher Mörtel zwischen zwei Steine gebracht, so verbindet er diese innig, so daß sie nur unter Anwendung von Gewalt von einander getrennt werden können. Nach und nach geht aber der im Mörtel vorhandene gelöschte Kalk, indem er aus der Luft wieder Kohlensäure aufnimmt, in kohlensauren Kalk, also wieder in Kalkstein über, und dabei wird er so hart und bildet eine so feste Verbindung zwischen den einzelnen Steinen oder Ziegeln, daß altes Mauerwerk, in welchem die Umwandlung in kohlensauren Kalk schon vollständig ist, gewöhnlich nur unter Anwendung von Pulver oder Dynamit gesprengt werden kann.

Bei der Umwandlung des Aetzkalkes in kohlensauren Kalk wird jedoch Wasser frei, und dieses Wasser ist es, welches frisch aufgeführte Wände längere Zeit »feucht« erhält. In neuerer Zeit sucht man diesen Uebelstand durch das Ausheizen neuer Gebäude zu beheben, man zündet in den einzelnen Räumen Coaksfeuer an, die aber weniger durch die Hitze die Räume austrocknen, als vielmehr durch die massenhaft entstehende Kohlensäure die Umwandlung des im Mauerwerke vorhandenen Aetzkalkes in kohlensauren Kalk veranlassen. Die bei diesem Vorgange naturgemäß entstehende Wassermenge wird dann in viel kürzerer Zeit frei und verdampft auch weitaus rascher, so daß solche Räume viel eher trocken und bewohnbar werden.

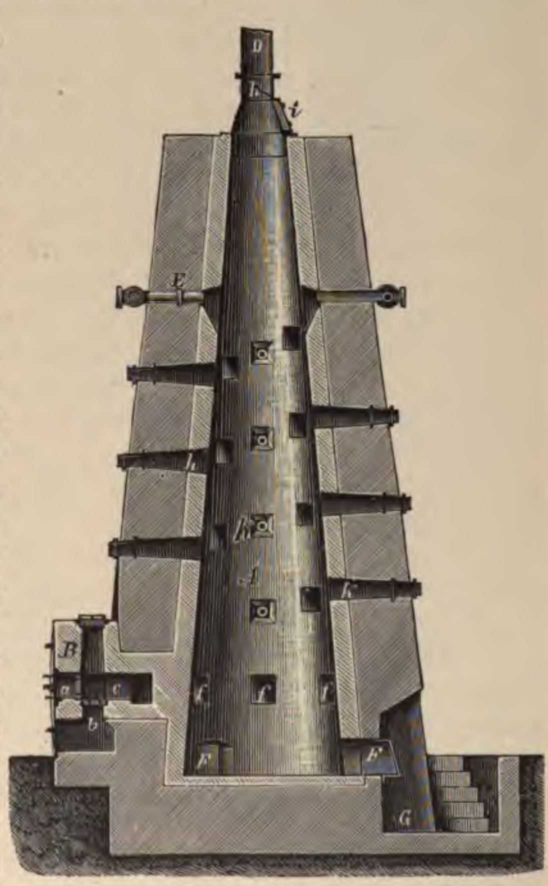
Bedeutende Mengen kohlensaurer Kalk, beziehungsweise Aetzkalk und Kohlensäure, werden auch in den Zuckerfabriken verbraucht, und zwar zur Reinigung der Rübensäfte. Wird der rohe Rübensaft, der außer Zucker auch bedeutende Mengen anderer organischer Stoffe enthält, mit Aetzkalk versetzt und erwärmt, so entsteht ein voluminöser Niederschlag, welcher einen großen Theil des Nichtzuckers zu Boden reißt. Gleichzeitig geht aber auch Kalk in Lösung, welcher entfernt werden muß. Zu diesem Zwecke wird in den »geschiedenen« kochenden Saft Kohlensäure eingeleitet, welche den Kalk in kohlensauren Kalk überführt. Schließlich wird der »Saturationsschlamm« durch Filtration entfernt und der nun hellgelbe Saft weiter verarbeitet.

Die zur Reinigung des Saftes erforderlichen Mengen Aetzkalk und Kohlensäure werden durch Brennen von Kalkstein in einer Operation gewonnen. Die diesem Zwecke dienenden Kalköfen besitzen jedoch von jenen, die ausschließlich zur Gewinnung von Aetzkalk dienen, eine abweichende Einrichtung. Während nämlich die gewöhnlichen Kalköfen oben offen sind und der Kohlensäure freien Abzug gewähren, sind die in den Zuckerfabriken in Verwendung stehenden Kalköfen oben geschlossen.

Einen solchen, zur gleichzeitigen Gewinnung von Kalk und Kohlensäure bestimmten Kalkofen, der auch für continuirlichen Betrieb eingerichtet ist, zeigt die nebenstehende Abbildung. A ist der innen mit Chamotteziegeln ausgekleidete Schacht, in welchem der Kalkstein aufgeschichtet wird. Rings um den Schacht sind drei

Feuerungen B vertheilt, zu welchen die Luft durch den Canal a und durch den Aschenfall b Zutritt findet. Die glühende Luft sowie die Verbrennungsgase gelangen zunächst in einen ringförmigen Canal, aus welchem sie durch sechs Oeffnungen f in den Ofen treten und sich in diesem vertheilen. Alle nach Außen führenden Oeffnungen sind durch eiserne Thüren hermetisch abschließbar, so daß der Luftzutritt nach Bedarf geregelt werden kann.

Im oberen Theile des Ofens, der Gicht, ist ein eiserner Aufsatz angebracht, welcher sich in dem Rohre D fortsetzt; dieses kann durch die Klappe h verschlossen werden und hat den Zweck, nöthigenfalls im Ofen einen kräftigen Luftzug hervorzurufen. Durch die Oeffnung i wird der Ofen beschickt. Die Ableitung der entstehenden Kohlensäure sowie der Feuerungsgase, welche ebenfalls sehr reich an Kohlensäure sind, erfolgt durch die Rohre E, welche sich unterhalb des Ofens zu einer Rohrleitung vereinen. Der gar gebrannte Kalkstein wird durch die Oeffnung F mittelst eiserner Krücken in die Grube G gezogen; die gewöhnlich luftdicht verschlossenen Oeffnungen K dienen als Schaulöcher, um den Gang des Processes überwachen zu können.



Kindler's Kalk-Kohlensäureofen. Zu Seite 768.

Von großer Bedeutung für die Industrie ist ferner auch der sogenannte Jurakalk, welcher den oberen oder weißen Juraformationen angehört und häufig in dünnen, blätterartigen Lagen auftritt. Eine besonders wichtige und durch ihren Reichthum an gut erhaltenen organischen Ueberresten reiche Varietät des Jurakalks ist der lithographische Schiefer, welcher auch unter dem Namen Solenhofener Stein oder Steindruck-Kalkstein bekannt ist. Er wird hauptsächlich in den großartigen Brüchen von Solenhofen zwischen Eichstädt und Pappenheim in Bayern gewonnen. In diesen Kalksteinbrüchen zu Solenhofen sind stets über 2000 Arbeiter in Thätigkeit, und zahlreiche Dampfmaschinen dienen zum Betriebe der Säge- und Schleifwerke.

Auch die Kreide ist, wie wir schon erwähnten, kohlensaurer Kalk, und zwar besteht sie aus den Schalen von Foraminiferen und Polythalamien. Interessant sind die zahlreichen Einschlüsse von Feuersteinknollen, die in der Kreide angetroffen werden, und die oft zu größeren Bänken zusammenfließen.

Je nach der Beschaffenheit, der Dichte und der größeren oder geringeren Reinheit findet die Kreide eine verschiedene Verwendung. Die dichten Varietäten dienen als Baustein oder zur Gewinnung von Kalk, die weiche, weiße und fast vollständig reine Kreide wird gemahlen, geschlämmt und entweder als Pulver in den Handel gebracht, welches als Farbe, Putz- und Polirmittel und zu vielen anderen Zwecken dient, oder sie wird in vierkantige prismatische Formen gepreßt und findet dann als Schreibkreide Verwendung.

Der Gyps und der Alabaster stehen zu dem Kalksteine insoferne in einer gewissen Beziehung, als beide Salze des Metalles Calcium sind. Während der Kalkstein aber aus kohlensaurem Kalk besteht, ist der Gyps schwefelsaurer Kalk, außerdem enthält er auch Wasser chemisch gebunden.

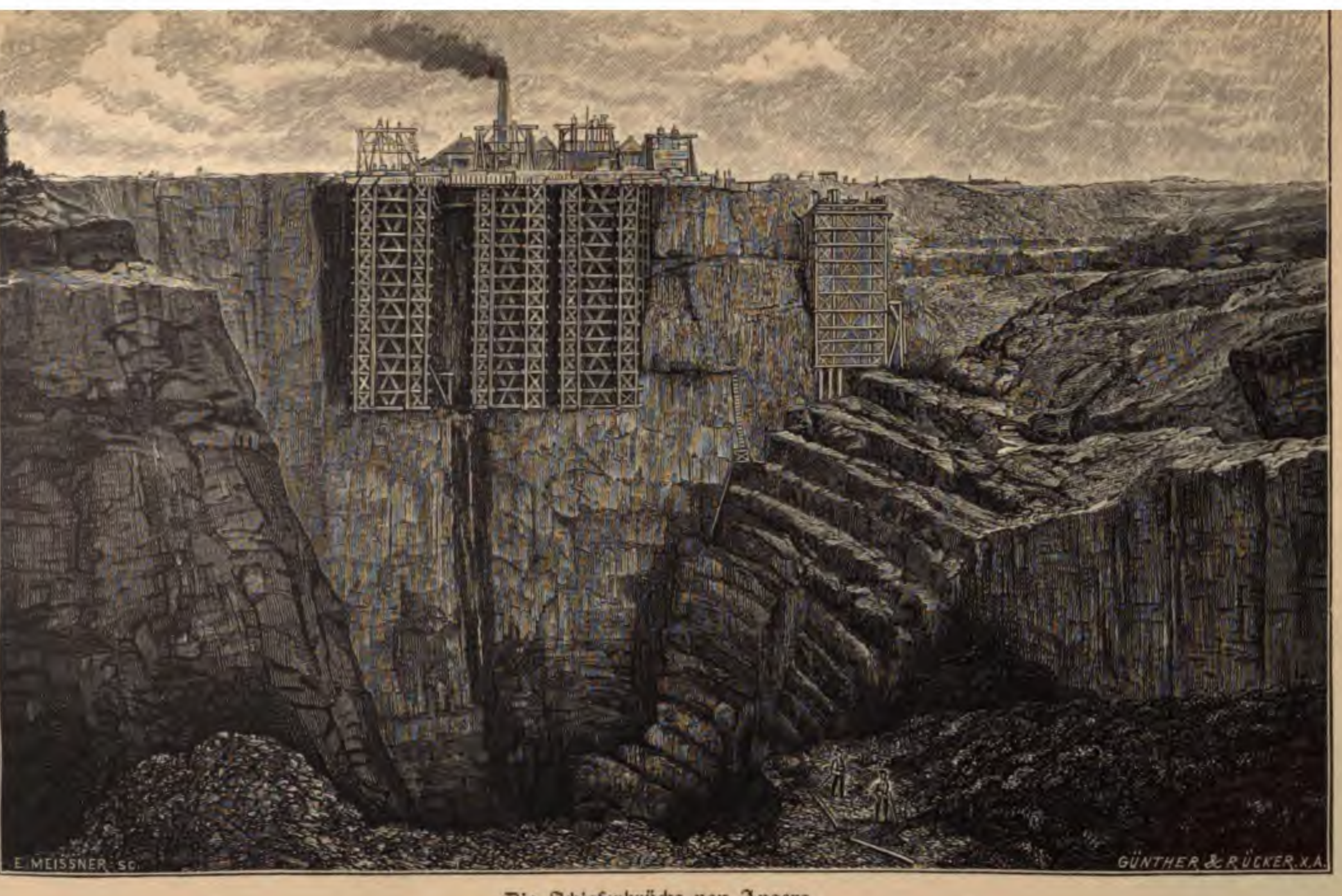
Vom Kalkstein unterscheidet sich der Gyps durch seine geringere Härte — er kann schon mit dem Fingernagel geritzt werden — und durch seine weitaus größere Löslichkeit in Wasser. Der Structur nach werden dichter Gyps, Marienglas oder Frauenglas und körniger Gyps oder Alabaster unterschieden.

Der dichte Gyps tritt häufig in großen Massen, mitunter sogar gebirgsbildend auf; er ist auch ein ständiger Begleiter des Steinsalzes, kann aber wegen seiner geringen Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse nicht gut als Baustein verwendet werden. Dagegen giebt der gebrannte Gyps ein ausgezeichnetes Bindemittel, er dient zur Herstellung von Stuccoarbeiten, zur Anfertigung von Gypsabgüssen und zu vielen ähnlichen Zwecken.

Wird nämlich Gyps höheren Temperaturen ausgesetzt, so verliert er das chemisch gebundene Wasser. Wird solcher gebrannter Gyps wieder mit Wasser befeuchtet, so wird es chemisch gebunden, wobei Wärme frei wird. Dabei erhärtet aber der Gyps wieder, und auf dieser Eigenschaft beruht die Anwendung zu den genannten Zwecken. Der Gyps wird auch in gemahlenem Zustande als Düngemittel angewendet.

Das Marienglas oder Frauenglas bildet wasserhelle und sehr leicht spaltbare Platten mit perlmutterglänzenden Spaltungsflächen, es wird, wenn auch nur in beschränktem Maße, zur Herstellung verschiedener Gegenstände, so besonders von Bedachungen für Lampencylinder und zu ähnlichen Zwecken angewendet.

Der Alabaster ist ein kleinkrystallinisches, in dünnen Schichten durchscheinendes Gestein von sehr schönem Aussehen und großer Politurfähigkeit. Er wird zur Herstellung von Statuen und Verzierungen verwendet, die Weichheit dieses Materiales ermöglicht seine Bearbeitung in hohem Grade. Besonders beliebt war der Alabaster im Alterthume, so bei den Aegyptern und Assyrern, und es mag dies, abgesehen von dem prächtigen Aussehen dieses Minerales, damit



Die Schieferbrüche von Angers.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

zusammengehangen haben, daß es sich eben sehr leicht bearbeiten ließ und daher zur Aufnahme bildlicher Darstellungen vortrefflich geeignet war. Mit Vorliebe wurden Platten von Alabaster zur Auskleidung von Tempeln und Palästen verwendet, und in den Museen haben wir oft Gelegenheit, solche Reliefs aus Alabaster, die Thaten aus dem Leben der Könige darstellen, zu bewundern. Aber auch Statuen und andere figurale Darstellungen wurden aus Alabaster gemeißelt, er diente zur Verfertigung von Vasen und Krügen, und die Griechen verwahrten mit Vorliebe ihre Salben in alabasternen Gefäßen.

Der Alabaster findet sich vornehmlich in Volterra, in Toscana, wo besonders schönes, schneeweißes und ziemlich stark durchscheinendes Materiale gebrochen wird, dann bei Liebenburg in der Nähe von Goslar, bei Ruhla im Thüringer Walde, bei Derby in England und an vielen anderen Orten. Der im Alterthume verwendete Alabaster wurde dagegen aus Aegypten von der Küste des Rothen Meeres, von Alikante und Valentia in Spanien, und von Trapani auf Sicilien bezogen. Besonders der lichtgelb und weiß geaderte ägyptische oder orientalische Marmor, welcher halb durchsichtig ist, stand in hohem Ansehen.

Eine sehr wichtige Gruppe von Gesteinen bilden die Schiefer; es sind dies geschichtete Gesteine, welche Reste organischen Lebens enthalten und aus den Trümmern mechanisch zerkleinerter, verwitterter und zersetzter Massengesteine in der Weise entstanden, daß sich diese im Wasser ablagerten und allmählich wieder zu einem festen Materiale verbanden, welches jedoch das Charakteristische seiner Entstehung, die Schichtung, beibehielt.

Der Thonschiefer ist ein dichtes, wenig hartes und ausgezeichnet schieferiges graues, gelb oder roth gefärbtes Gestein. Er enthält Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Eisenoxydul, ferner Magnesia, Kalk, Kali und geringe Mengen Natron. Die größte Wichtigkeit unter den Schiefervarietäten besitzt unstreitig der Dachschiefer, der sich leicht in dünne, glatte Tafeln spalten läßt und große Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Kälte, sowie gegen Nässe besitzt. Bemerkenswerthe Fundstätten des Dachschiefers und des schwarzen, ausgezeichnet schieferigen Tafelschiefers sind St. Goar, Rüdesheim, Oberwesel und Andernach am Rhein, dann der Harz, Erfurt in Sachsen, die rauhe Alb in Württemberg, in Oesterreich die Gegend zwischen Troppau und Olmütz bei Dorf-Teschen, Wald-Obersdorf u. s. w.; in Frankreich haben die Schieferbrüche zu Angers eine besondere Berühmtheit erlangt.

Diese Schieferbrüche, in unmittelbarer Nähe der an beiden Ufern der Maine sich ausbreitenden Stadt Angers gelegen, welche durch ihren mittelalterlichen Anstrich einen der interessantesten Orte Frankreichs bildet, erstrecken sich in einem Umkreise von mehreren Kilometern, und stets sind dort gegen 3000 Arbeiter beschäftigt. Die Abbaue erreichen an manchen Stellen eine Tiefe von 300 Meter, sie sind theils an senkrechten Wänden, theils in Stufen angelegt. Der Abbau erfolgt derart, daß mächtige käfigartige Gerüste an den Steinwänden angebracht werden, in deren



Partie aus der Sächsischen Schweiz. (Nach einer Photographie.) Zu Seite 773.

einzelnen Stockwerken die Arbeiter vertheilt sind und das Gestein losbrechen. Gewaltige, durch Dampfkraft betriebene Aufzüge befördern das Bruchmateriale nach oben, worauf es in die Arbeitsräume wandert, wo es die Zurichtung erfährt. Jahr für Jahr werden hier mindestens 50 Millionen Stück viereckige und gegen 30 Millionen Stück Platten von verschiedener Gestalt hergestellt, und die Güte des Schiefers von Angers rechtfertigt vollkommen den Ruf, welchen dieses Materiale genießt.

Ein theils als Baustein, theils als Ornamentstein verwendetes Gestein ist der **Serpentin**; seinen Namen verdankt dieses Gestein dem Aussehen, er wurde von serpens, die Schlange, abgeleitet. Und in der That zeigt der Serpentin im geschliffenen Zustande auf dunklem Grunde zahlreiche gelbe, gelblichgrüne und grüne Flecke, mitunter sind auch röthlich gefärbte Adern vorhanden. Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist der Serpentin ein Magnesiumsilicat; die berühmtesten Serpentinbrüche befinden sich zu Zöblitz in Sachsen und zu Epinal in Frankreich, wo auch ausgedehnte Industrien auf diesem Vorkommen begründet wurden.

In chemischer Hinsicht mit dem Serpentin verwandt ist der **Meerschaum**, er ist ebenfalls ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat; die wichtigsten Fundstätten sind die Ebene von Eski-Sher in Kleinasien und Hrubschitz in Mähren. Die Verwendung dieses leichten und sehr weichen Materiales ist bekannt.

Als Baustein sehr wichtig und auch für andere Zwecke von Bedeutung ist der **Sandstein**, mit welchem Namen eine große Gruppe von Gesteinen, die ihrer Entstehung nach gemeinschaftlichen Ursprungs sind, aber verschiedene Eigenschaften und Verwendbarkeit besitzen, bezeichnet wird. Während nämlich die bisher besprochenen Gesteine theils chemische Individuen sind, theils eine vollkommen homogene Beschaffenheit besitzen, besteht der Sandstein hauptsächlich aus Quarzkörnchen von größerer oder geringerer Feinheit, welche durch Thon, Kalk, Eisenoxyd oder durch Kieselsäure verkittet werden. Je nach dem Bindemittel und der Größe der Quarzkörnchen wechseln die Eigenschaften wie auch die Färbung des Sandsteins, und vom feinkörnigen Sandsteine bis zu der größere Gesteinstrümmer enthaltenden Breccie sind alle Zwischenstufen vertreten.

Meistens zeigen die Sandsteine eine sehr gut ausgebildete Schichtung und bilden mächtige Ablagerungen, die theils aus dünnen Platten, theils aber auch aus mächtigen Bänken bestehen, in welch letzterem Falle sie ein ungemein massives Aussehen besitzen. Häufig sind die Sandsteinbänke senkrecht zu ihrer Schichtungsebene zerklüftet, und dadurch entstehen dann oft regelmäßige, quader-, säulen- oder pfeilerförmige Abtheilungen, die der Landschaft ein ganz eigenthümliches Gepräge verleihen.

Dies ist zum Beispiel im Elbe-Sandsteingebirge, in der sogenannten Sächsischen Schweiz der Fall. Das Thal der Elbe ist dort tief in den Sandstein eingewaschen, und links und rechts ragen die steilen, aus Sandstein bestehenden Ufer empor. Ueberall läßt sich die horizontale Schichtung wahrnehmen, und durch senk-

rechte Klüfte sind die Wände in einzelne, theils größere, theils kleinere Abtheilungen getheilt. Das Wasser hat in vielen Fällen den weichen Sandstein durch seine unermüdliche Thätigkeit rund geschliffen, es entstanden dadurch Balkone und Kanzeln, die sich hoch über dem heutigen Wasserspiegel der Elbe ausladen und der Gegend



Die Insel Staffa. Zu Seite 775.

ein eigenthümliches und reizvolles Gepräge verleihen. Auch die Zuflüsse der Elbe in diesem Gebiete haben sich ebensolche Rinnsale ausgewaschen; in diesen nimmt stellenweise der Sandstein höchst bizarre Formen an, denen die menschliche Phantasie die verschiedensten Namen verlieh, und auch die Sage steht mit diesen merkwürdigen Bildungen im Zusammenhange. Auch die »Weckelsdorfer Felsenstadt«

in Böhmen zeigt solche, womöglich aber noch absonderlichere Bildungen, und es darf uns nicht Wunder nehmen, daß die Phantasie der Bevölkerung diese Formen mit dem Walten von Riesen und Zwergen in Verbindung brachte.

Der Sandstein der Sächsischen Schweiz ist aber ausgezeichnet verwendbar, und daher wird dort auch schon seit Jahrhunderten in ausgedehntem Maße der Steinbruch betrieben. Allerdings fiel dabei manche schöne und interessante Bildung den Menschenhänden zum Opfer, und die Gegend ist vollständig verändert worden, denn an vielen Stellen sind die Steinwände schon um viele Meter gegen ihre ursprüngliche Lage landeinwärts verrückt worden. Auf landschaftliche Schönheit kann aber die Nothwendigkeit leider keine Rücksicht nehmen, und so wird denn auch dereinst der Tag kommen, an welchem die Sächsische Schweiz, die jetzt noch alljährlich Tausende von Besuchern durch ihre Schönheit anlockt, aufgehört haben wird zu sein.

Eine wichtige Verwendung findet der Sandstein auch zur Anfertigung von Mühlsteinen, und nicht jedes Vorkommen ist zu diesem Zwecke geeignet. Von einem guten Mühlsteine verlangt man, daß er eine gleichmäßige Oberfläche besitzt, und besonders, daß die Härte derselben an allen Stellen die gleiche sei. Denn nur dann nützt sich der Stein gleichmäßig ab, während im anderen Falle sehr rasch Unebenheiten, Vertiefungen und Löcher entstehen, die dann ein neuerliches »Schärfen« des Mühlsteines erforderlich machen. Da nun große Stücke, welche diesen Anforderungen vollkommen entsprechen, sehr selten sind, verfährt man bei Anfertigung von Mühlsteinen gewöhnlich in der Weise, daß kleinere Stücke ausgesucht und solche von übereinstimmenden Eigenschaften behauen und schließlich zu einem runden Stücke vereinigt werden. Die Fugen werden mit einem Kitte ausgefüllt, und um das Zerspringen der Steine durch die Wirkung der Centrifugalkraft zu verhindern, wird noch ein glühender Reif herumgelegt, der sich während des Erkaltens zusammenzieht und dann die einzelnen Stücke fest aneinander preßt. Die berühmtesten Mühlsteine kommen aus Frankreich, sie werden aus einem Süßwasserquarze von ganz vorzüglichen Eigenschaften hergestellt, der im Departement Oise, in der Umgebung von La Ferté sous Jouarre, gebrochen wird.

Ein anderes wichtiges Glied in der großen Familie der nutzbaren Gesteine ist der Basalt. Seiner Entstehung und Abstammung nach ist er ein Kind des Feuers, und an vielen Orten der Erde sehen wir, daß der Basalt, von unten aufsteigend, das vorhandene, ältere Gestein durchbrach, den Gang ausfüllte, und sich dann noch einer Kuppe gleich über das Gestein ausbreitete, wo er schließlich erstarrte. Während des Erstarrens nahm aber der Basalt merkwürdige und ganz charakteristische Formen an, es bildeten sich Säulen von oft bedeutender Länge, die sich häufig etagenförmig übereinander reihen.

Ein besonders interessantes Basaltvorkommen dieser Art können wir auf der Insel Staffa beobachten, die, von hohen Basaltsäulen getragen, einsam dem Meere entsteigt. Der Rücken der Insel ist gewölbt und mit niederem Grase



Basaltberg bei Steinschönau in Böhmen. Zu Seite 778.

in Böhmen zeigt solche, womöglich aber noch absonderlichere Bildungen, und es darf uns nicht Wunder nehmen, daß die Phantasie der Bevölkerung diese Formen mit dem Walten von Riesen und Zwergen in Verbindung brachte.

Der Sandstein der Sächsischen Schweiz ist aber ausgezeichnet verwendbar, und daher wird dort auch schon seit Jahrhunderten in ausgedehntem Maße der Steinbruch betrieben. Allerdings fiel dabei manche schöne und interessante Bildung den Menschenhänden zum Opfer, und die Gegend ist vollständig verändert worden, denn an vielen Stellen sind die Steinwände schon um viele Meter gegen ihre ursprüngliche Lage landeinwärts verrückt worden. Auf landschaftliche Schönheit kann aber die Nothwendigkeit leider keine Rücksicht nehmen, und so wird denn auch dereinst der Tag kommen, an welchem die Sächsische Schweiz, die jetzt noch alljährlich Tausende von Besuchern durch ihre Schönheit anlockt, aufgehört haben wird zu sein.

Eine wichtige Verwendung findet der Sandstein auch zur Anfertigung von Mühlsteinen, und nicht jedes Vorkommen ist zu diesem Zwecke geeignet. Von einem guten Mühlsteine verlangt man, daß er eine gleichmäßige Oberfläche besitzt, und besonders, daß die Härte derselben an allen Stellen die gleiche sei. Denn nur dann nützt sich der Stein gleichmäßig ab, während im anderen Falle sehr rasch Unebenheiten, Vertiefungen und Löcher entstehen, die dann ein neuerliches »Schärfen« des Mühlsteines erforderlich machen. Da nun große Stücke, welche diesen Anforderungen vollkommen entsprechen, sehr selten sind, verfährt man bei Anfertigung von Mühlsteinen gewöhnlich in der Weise, daß kleinere Stücke ausgesucht und solche von übereinstimmenden Eigenschaften behauen und schließlich zu einem runden Stücke vereinigt werden. Die Fugen werden mit einem Kitte ausgefüllt, und um das Zerspringen der Steine durch die Wirkung der Centrifugalkraft zu verhindern, wird noch ein glühender Reif herumgelegt, der sich während des Erkaltens zusammenzieht und dann die einzelnen Stücke fest aneinander preßt. Die berühmtesten Mühlsteine kommen aus Frankreich, sie werden aus einem Süßwasserquarze von ganz vorzüglichen Eigenschaften hergestellt, der im Departement Oise, in der Umgebung von La Ferté sous Jouarre, gebrochen wird.

Ein anderes wichtiges Glied in der großen Familie der nutzbaren Gesteine ist der Basalt. Seiner Entstehung und Abstammung nach ist er ein Kind des Feuers, und an vielen Orten der Erde sehen wir, daß der Basalt, von unten aufsteigend, das vorhandene, ältere Gestein durchbrach, den Gang ausfüllte, und sich dann noch einer Kuppe gleich über das Gestein ausbreitete, wo er schließlich erstarrte. Während des Erstarrens nahm aber der Basalt merkwürdige und ganz charakteristische Formen an, es bildeten sich Säulen von oft bedeutender Länge, die sich häufig etagenförmig übereinander reihen.

Ein besonders interessantes Basaltvorkommen dieser Art können wir auf der Insel Staffa beobachten, die, von hohen Basaltsäulen getragen, einsam dem Meere entsteigt. Der Rücken der Insel ist gewölbt und mit niederem Grase

Eingang tragen, sind 6—12 Meter hoch, und dieser erhebt sich bis zu einer Höhe von 20 Meter über dem Meeresspiegel. Im rückwärtigen Theile der Insel vermag die menschliche Stimme nicht mehr das Brausen des Meeres zu übertönen, das unausgesetzt an den Seitenwänden und an der Schlußwand der Höhle nagt, bestrebt, diese immer mehr zu vertiefen.

Hochinteressant ist ferner auch der Basaltberg bei Steinschönau in Böhmen, der als vereinzelte Auftreibung zu betrachten ist und häufig das Ziel geologischer Wanderungen bildet.

Der Basalt ist ein sehr zähes, wetterfestes und tragfähiges, aber auch schwer zu bearbeitendes Gestein. Er dient vielfach als Baustein, so ist das Schloß Greifenstein bei Friedberg und Schloß Stolpen bei Dresden aus Basalt erbaut. Auch als Pflasterstein wird er verwendet, und zu diesem Zwecke ist er aus dem Grunde sehr geeignet, da das Regenwasser in seinen Poren bald verschwindet. Ein Nachtheil ist es dagegen, daß der großen Härte wegen solche Steine unter Umständen sehr glatt werden. Große Blöcke können, seiner Abstammung und Form wegen, aus Basalt in der Regel nicht gewonnen werden.

Dem Basalte sehr ähnlich ist die Lava, und auch diese wird dort, wo sie in dichteren Massen auftritt, zu Bauzwecken verwendet. Dies war auch schon im Alterthume der Fall; so wurde der Tempel des Jupiter Ammon aus Lava erbaut, und Herkulanum und Pompeji waren mit Lava gepflastert.

Der Granit, der ein Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer ist, gehört ebenfalls zu den Eruptivgesteinen. Er findet sich in allen Welttheilen und kommt nicht nur in großen Bergmassen vor, welche sanft gewölbte, kugelförmige Kuppen oder auch durch Verwitterung entstandene, eigenthümlich zerrissene Felsformen zeigen, sondern er durchsetzt auch in mächtigen Gängen andere Felsmassen, namentlich krystallinische Schiefergesteine, und tritt in plattenförmigen Bänken abgesondert auf. Sehr häufig sind die Granitberge mit einzelnen Blöcken oder mit grobkörnigem, granitischem Grus dicht und oft meterhoch überdeckt. Diese Felsblöcke sind aus großen Bruchstücken entstanden, deren scharfe Kanten und Ecken nach und nach durch Verwitterung abgestumpft wurden. Große und gewaltige Gebirgszüge bestehen ausschließlich aus Granit, so die Schweizer Alpen und in diesen der Montblanc und der Gotthard, dann die Karpathen, die Pyrenäen, das Himalayagebirge u. v. A.

Die Härte des Granits liegt zwischen 6 und 8 und auch seine Dauerhaftigkeit ist sehr bedeutend, so daß er, wenn von der Schwierigkeit seiner Bearbeitung abgesehen wird, einen ausgezeichneten Baustein bildet. Der Granit ist daher auch der vornehmste Baustein der Monumentalarchitektur, und schon im Alterthume wurde er zu diesem Zwecke verwendet. Aus Granit besteht auch der jetzt in Paris auf der Place de la Concorde befindliche Obelisk von Luxor, welcher eine Höhe von 50 Meter besitzt und aus einem einzigen Stücke gearbeitet ist. Ferner dient Granit zur Herstellung der Sockel von Denkmälern — besonders der wunderschön

vachsen, kein Baum, kein Strauch unterbricht die Monotonie dieses Eilandes, dem unausgesetzt die Wogen des Meeres branden. In diese Basaltsäulen, lche sich bis zur Höhe von 10 Meter erheben, hat das Meer tiefe Höhlen gewühlt, deren bekannteste die Fingalshöhle ist. Nur bei ruhiger See ist es



Die Fingalshöhle auf Staffa. Zu Seite 777.

glich, in diese Höhle einzufahren, geht das Meer nur einigermaßen hoch, so rde ein Boot einer Nußschale gleich an den Felswänden zerschellen. Die Höhle bst erstreckt sich 70 Meter weit unter der Insel. Der Eingang ist so breit, daß uem ein Dampfer einfahren könnte, wären die Felsen nicht im Wege, nach kwärts verengt sich die Insel aber immer mehr. Die Basaltsäulen, welche den

Eingang tragen, sind 6—12 Meter hoch, und dieser erhebt sich bis zu einer Höhe von 20 Meter über dem Meeresspiegel. Im rückwärtigen Theile der Insel vermag die menschliche Stimme nicht mehr das Brausen des Meeres zu übertönen, das unausgesetzt an den Seitenwänden und an der Schlußwand der Höhle nagt, bestrebt, diese immer mehr zu vertiefen.

Hochinteressant ist ferner auch der Basaltberg bei Steinschönau in Böhmen, der als vereinzelte Auftreibung zu betrachten ist und häufig das Ziel geologischer Wanderungen bildet.

Der Basalt ist ein sehr zähes, wetterfestes und tragfähiges, aber auch schwer zu bearbeitendes Gestein. Er dient vielfach als Baustein, so ist das Schloß Greifenstein bei Friedberg und Schloß Stolpen bei Dresden aus Basalt erbaut. Auch als Pflasterstein wird er verwendet, und zu diesem Zwecke ist er aus dem Grunde sehr geeignet, da das Regenwasser in seinen Poren bald verschwindet. Ein Nachtheil ist es dagegen, daß der großen Härte wegen solche Steine unter Umständen sehr glatt werden. Große Blöcke können, seiner Abstammung und Form wegen, aus Basalt in der Regel nicht gewonnen werden.

Dem Basalte sehr ähnlich ist die Lava, und auch diese wird dort, wo sie in dichteren Massen auftritt, zu Bauzwecken verwendet. Dies war auch schon im Alterthume der Fall; so wurde der Tempel des Jupiter Ammon aus Lava erbaut, und Herkulanum und Pompeji waren mit Lava gepflastert.

Der Granit, der ein Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer ist, gehört ebenfalls zu den Eruptivgesteinen. Er findet sich in allen Welttheilen und kommt nicht nur in großen Bergmassen vor, welche sanft gewölbte, kugelförmige Kuppen oder auch durch Verwitterung entstandene, eigenthümlich zerrissene Felsformen zeigen, sondern er durchsetzt auch in mächtigen Gängen andere Felsmassen, namentlich krystallinische Schiefergesteine, und tritt in plattenförmigen Bänken abgesondert auf. Sehr häufig sind die Granitberge mit einzelnen Blöcken oder mit grobkörnigem, granitischem Grus dicht und oft meterhoch überdeckt. Diese Felsblöcke sind aus großen Bruchstücken entstanden, deren scharfe Kanten und Ecken nach und nach durch Verwitterung abgestumpft wurden. Große und gewaltige Gebirgszüge bestehen ausschließlich aus Granit, so die Schweizer Alpen und in diesen der Montblanc und der Gotthard, dann die Karpathen, die Pyrenäen, das Himalayagebirge u. v. A.

Die Härte des Granits liegt zwischen 6 und 8 und auch seine Dauerhaftigkeit ist sehr bedeutend, so daß er, wenn von der Schwierigkeit seiner Bearbeitung abgesehen wird, einen ausgezeichneten Baustein bildet. Der Granit ist daher auch der vornehmste Baustein der Monumentalarchitektur, und schon im Alterthume wurde er zu diesem Zwecke verwendet. Aus Granit besteht auch der jetzt in Paris auf der Place de la Concorde befindliche Obelisk von Luxor, welcher eine Höhe von 50 Meter besitzt und aus einem einzigen Stücke gearbeitet ist. Ferner dient Granit zur Herstellung der Sockel von Denkmälern — besonders der wunderschön



Der Thutmusis-Obelisk mit einem Theil des vordersten Säulensaales im großen Karnaktempel.
(Nach einer Photographie.) Zu Seite 778.

roth gefärbte und schwarz gefleckte schwedische Granit findet zu diesem Zwecke mit Vorliebe Anwendung — dann zur Herstellung von Hausfaçaden, zur Pflasterung von Straßen und endlich auch zum Baue von Festungen.

Auch der Syenit, so benannt nach der Stadt Syena, dem heutigen Assuan in der Landschaft Thebais, von woher die alten Aegypter das Material zu ihren Kunstbauten bezogen, tritt als massiges Gestein in den ältesten Formationen auf. Als Baumateriale ist er dem Granit mindestens gleichzustellen, und häufig übertrifft er ihn sogar noch an Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Schönheit der Farbe; denn während die meisten Sorten des Granits eine graue, durch schwarze Einsprengungen unterbrochene Färbung besitzen, ist der Syenit meistens roth und grün, auch schwarzgrün und grau gefärbt. Da er keinen Quarz enthält, ist er im Allgemeinen weicher als Granit, er läßt sich daher auch leichter poliren als dieser.

Mit dieser Besprechung haben wir die Zahl der nutzbaren Gesteine noch lange nicht erschöpft. Doch haben wir die wichtigsten derselben erwähnt und ihre Bedeutung erörtert. Dagegen müssen wir nun noch einiger anderer Stoffe gedenken, welche zwar nicht zu den Gesteinen im eigentlichen Sinne des Wortes gehören, jedoch von mindestens der gleichen Wichtigkeit sind, wie diese.

Es sind dies gewisse Mineralien, welche theils zu rein technischen Zwecken verwendet werden, und dann nur die Rolle von Rohstoffen spielen, theils aber direct oder nach einer einfachen veredelnden Operation Benützung finden. Zur ersten Gruppe gehört vor Allem der Schwefel, in die zweite lassen sich die Farberden, die mineralischen Phosphate und ähnliche Mineralien, endlich aber auch die Guanos einreihen.

Der **Schwefel** war schon im Alterthum bekannt und wurde als Heilmittel und zur Räucherung angewendet. Schon zur Zeit Homers, also ungefähr 1000 Jahre v. Chr. kannte man die desinficirende Eigenschaft des brennenden Schwefels. In erster Linie dürfte aber wohl der unangenehme Geruch der sich beim Brennen des Schwefels bildenden schwefligen Säure die Ursache seiner Anwendung gewesen sein. Daß man aber den Schwefel thatsächlich kannte und anzuwenden wußte, geht aus jener Stelle der Odyssee hervor, die da lautet:

»Alte, nun hole mir Schwefel und Feuer,
Von schädlichen Düften frei zu schwefeln den Saal.«

So spricht nämlich der heimgekehrte Odysseus zur Amme seiner Gemahlin, nachdem er Penelopens Freier getödtet.

Die merkwürdigen Eigenschaften, welche der Schwefel besitzt, waren die Ursache, daß auch die Alchymisten ihm ihre volle Aufmerksamkeit zuwendeten, sie sahen ihn als das Princip der Brennbarkeit an und bezeichneten daher auch in der ihrer Ausdrucksweise eigenen nebelhaften Form alles Brennbare als »schweflig«.

Ja sie glaubten sogar, daß ein Gehalt an Schwefel die Ursache der Veränderung der Metalle im Feuer sei.

Selbst im vergangenen Jahrhundert herrschten noch sehr sonderbare Anschauungen über die Natur des Schwefels, bis endlich der französische Chemiker Lavoisier nachwies, daß der Schwefel ein einfacher Körper, ein Element, und nicht, wie dies die allgemein verbreitete Ansicht war, aus mehreren Bestandtheilen zusammengesetzt sei.

Mit Recht hat man den Schwefel im Vereine mit der Steinkohle, dem Steinsalze und dem Eisen als eine der Grundlagen der heutigen chemischen Großindustrie bezeichnet. Wenn er aber auch heute nicht mehr ausschließlich zur Darstellung der Schwefelsäure verwendet wird, seit man gelernt hat, auch die Kiese zu diesem Zwecke zu verwenden, so ist doch nach wie vor sein Verbrauch zur Fabrikation von Schwarzpulver, zur Bereitung der Zündrequisiten, zum Schwefeln des Hopfens und Weines, zum Bestäuben der edlen Reben als sicheres Mittel gegen verschiedene Blattkrankheiten, zur Fabrikation von Ultramarin, zum Vulcanisiren des Kautschuks und zu vielen anderen Zwecken höchst bedeutend und er erfährt alljährlich einen beträchtlichen Zuwachs.

Bis zum Jahre 1841 war fast aller Schwefel, der in Europa verbraucht wurde, sicilianischer Herkunft. Als aber im Jahre 1841 die neapolitanische Regierung versuchte, den sicilianischen Schwefel mit einem Ausfuhrzolle zu belegen, der allerdings durch eine energische Flottendemonstration Englands nicht zur Einhebung gelangte, suchte und fand man auch an anderen Orten Schwefellager, so auf Corfu, in Spanien, Portugal, Aegypten und in Californien. Der Schwefel kommt sowohl in Verbindung mit Metallen — wir erinnern nur an den Eisenkies und Kupferkies — als auch in Form schwefelsaurer Salze in der Natur vor, der weitaus größte Theil alles zu technischen Zwecken dienenden Schwefels entstammt jedoch den natürlichen, gediegenen Schwefel liefernden Ablagerungen.

Der Schwefel ist jedoch nicht ein Mineral, welches nur in begrenzter Menge im Erdinnern vorhanden ist und welches schließlich einmal ausgebeutet und erschöpft werden muß. Vielmehr erfolgt die Abscheidung von elementarem Schwefel noch immer, und an zahlreichen Stellen der Erde können wir dies beobachten. Trifft beispielsweise Schwefelwasserstoff und schweflige Säure zusammen, so verbindet sich der Sauerstoff der letzteren mit dem Wasserstoffe des ersteren zu Wasser, und Schwefel wird abgeschieden. Es ist dies ein Vorgang, welcher sich in den Vulcanen Islands abspielt, indem dort die natürlichen Bedingungen hierzu, also das gleichzeitige Auftreten von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure gegeben sind. Die sicilianischen Schwefellager dürften in der Weise entstanden sein, daß im Erdinnern befindlicher Schwefelkies einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wurde. Dabei verflüchtigte sich ein Theil des Schwefels, und diese von der Zersetzung des Schwefelkieses stammenden und aus dem Erdinnern hervortretenden Schwefeldämpfe verdichteten sich in dem nassen Schlamme an der Erdoberfläche.

Als dann dieser Schlamm austrocknete, umschloß er den eingelagerten Schwefel so innig, daß er nunmehr bergmännisch gewonnen werden muß.

Als dritte Entstehungsweise von Schwefelablagerungen ist schließlich noch die Reduction von Gyps durch organische Substanz zu Schwefelwasserstoff zu erwähnen, aus welchem sich Schwefel abzuscheiden vermag, wie wir dies beispielsweise auch an den schwefelwasserstoffhaltigen Quellen zu Aachen und zu Baden bei Wien beobachten können.

Die bedeutendsten Schwefellager der Welt befinden sich unstreitig in Italien. Im continentalen Theile dieses Landes findet sich der Schwefel hauptsächlich in der Romagna; das eigentliche Vaterland des Schwefels ist aber Sicilien, wo er als ein Product der Tertiärformation auftritt und sich zwischen blätterigem Gyps und derbem Kalksteine, begleitet von bituminösem Mergel und Gyps, vorfindet.

Die sicilianischen Schwefellager zerfallen in zwei Gruppen. Die der einen Gruppe angehörenden Lager treten offen zu Tage, sie werden solfatare geheißen, während die der anderen in der Tiefe sich befinden und solfare genannt werden. Die letzteren besitzen eine ungleich größere Wichtigkeit, denn sie sind es, welche nahezu die ganze Menge des in den Handel gebrachten Schwefels liefern.

Die Lagerstätten des sicilianischen Schwefels erstrecken sich über einen großen Theil der Insel, welcher fast das ganze Gebiet der Provinzen Caltanisetta und Girgenti, sowie einen Theil der Provinz Catania umfaßt.

Das Vorkommen von Schwefel im Erdinnern läßt sich an verschiedenen, natürlich nur für Sicilien charakteristischen Erscheinungen erkennen. Es findet sich nämlich stets in der äußeren Umgrenzung der Schwefelschichten ein körniges, weißliches Gestein, welches der Hauptsache nach aus Gyps besteht. Aus der Reinheit und Dicke, in welcher dieses von den sicilianischen Bergleuten Briscale genannte Gestein auf der Oberfläche erscheint, läßt sich der Reichthum und die Mächtigkeit des darunterliegenden Schwefellagers schon im Voraus annähernd erkennen. Wo der Briscale zu Tage tritt, braucht man in der Regel nur seinem Gange zu folgen, um auf ein Schwefellager zu treffen.

Man geht nun zunächst daran, stark geneigte Stollen oder tonnlägige Schachte einzutreiben. Diese folgen der Richtung und der Neigung der Adern und Gänge und verzweigen sich an jenen Stellen, an welchen das Gestein besonders reich an Schwefel ist. Auf diese Weise entsteht eine große Zahl von Galerien, welche vielfach verschlungen sind und untereinander in Verbindung stehen.

Das schwefelhaltige Materiale wird mittelst eines schweren Hammers losgetrennt und zerschlagen. Sprengmittel finden nur höchst selten, und zwar dann, wenn die Gangart aus sehr hartem Kalksteine besteht, Anwendung.

Der Betrieb dieser Schwefelgruben geschieht auf eine höchst primitive, ja geradezu menschenunwürdige Weise. Die sonst üblichen Mittel der Förderung gelangen fast nicht zur Anwendung, dagegen geschieht der Transport des schwefelhaltigen Materiales in den Strecken und Schächten, die zu diesem Zwecke mit

Leiterfahrten ausgerüstet sind, durch eine Unzahl von Knaben im Alter von 8—10 Jahren, die die gefüllten Säcke theils auf den Schultern, theils auf dem Rücken tragen. Ganz abgesehen von der Schädlichkeit einer solchen Beschäftigung für noch im zarten Alter stehende und im Wachsthume begriffene Menschen sind die Fahrten fast ausnahmslos in dem denkbar schlechtesten Zustande, so daß schon dieser Umstand allein alljährlich viele jugendliche Opfer fordert.

Die Lage dieser armen jungen — Lastthiere ist aber noch weitaus trauriger, denn ganz abgesehen davon, daß sie denkbar schlecht ernährt werden und durch grobe Mißhandlung zu den höchsten Leistungen, also zur Ueberanstrengung angetrieben werden, sind sie eigentlich nichts Anderes als Sclaven, Leibeigene der Grubenunternehmer! Und dies einzig und allein deshalb, weil sich stets gewissenlose Eltern finden, die ihre Kinder auf eine Reihe von Jahren zu dem gedachten Zwecke den Besitzern oder Pächtern der Gruben gegen eine Abfindungssumme — »verpachten«. Der arme Junge bezieht während dieser Zeit keinen Lohn, oder doch nur eine so geringfügige Summe, daß diese höchstens als Symbol einer Entlohnung betrachtet werden kann. Dagegen wird er aber verpflegt und bekleidet — der Leser möge sich vorstellen, in welcher Weise. Haben diese armen Geschöpfe ihre Jahre abgedient und sind sie dann überhaupt noch am Leben und im Besitze ihrer geraden Glieder, so hat die in den Schwefelgruben verbrachte Zeit gewiß das Ihre gethan, um sie bald in Siechthum verfallen zu lassen. . . . .

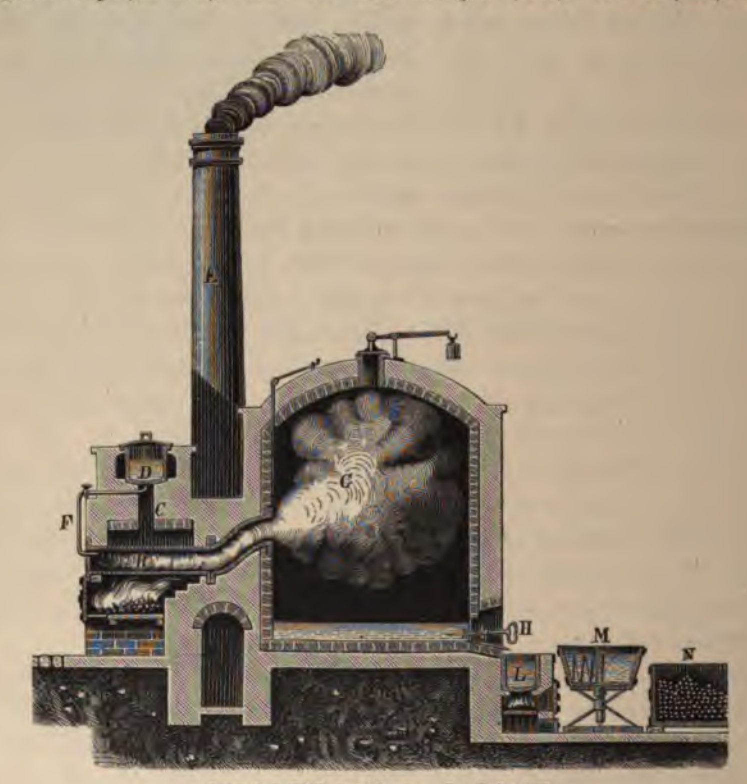
Um den Schwefel aus dem geförderten Materiale zu gewinnen, mit welchem er in der Regel innig verwachsen ist, werden zwei Verfahren angewendet. Entweder erhitzt man das Gestein nur soweit, daß der Schwefel schmilzt, was bei 114·5° der Fall ist, und dann ausfließt, oder man treibt die Erhitzung soweit, daß sich der Schwefel im Dampf verwandelt und in Vorlagen überdestillirt, in welchen er sich verdichtet.

Zum Ausschmelzen des Schwefels dienen große runde Vertiefungen im Boden, die sogenannten Calcaroni, welche mit dem schwefelhaltigen Materiale gefüllt werden. Zwischen diesem werden Canäle ausgespart, schließlich wird der Haufe, der also ganz ähnlich einem Kohlenmeiler beschaffen ist, mit taubem Gesteine überdeckt.

Der Calcarone wird in der Weise angezündet, daß man mit Schwefel getränkte Strohbündel in die Zugröhren wirft. Es beginnt nun der Schwefel selbst zu brennen und die entstehende Wärme dient dazu, einen Theil des Schwefels zum Schmelzen zu bringen. Nach ungefähr 8—9 Tagen beginnen dann Dämpfe, die aus Wasserdampf, Schwefel und schwefliger Säure bestehen, den Mantel des Haufens zu durchbrechen, es ist dies ein Zeichen, daß nun mit dem Ablassen des geschmolzenen Schwefels begonnen werden kann. Mit einem spitzen Eisenstabe durchbohrt man den Thonverschluß der Abstichlöcher und fängt den geschmolzenen Schwefel in befeuchteten Formen aus Holz, welche die Gestalt abgestumpfter Pyramiden besitzen, auf. Diese Brote (Calcate) wiegen 50—60 Kgr. und

werden direct in den Handel gebracht; für viele Zwecke ist der auf diese Weise gewonnene Schwefel auch genügend rein.

Dieses an und für sich höchst unrationelle Verfahren der Gewinnung des Schwefels durch Ausschmelzen, wobei die erforderliche Wärme durch Verbrennung von Schwefel selbst erzeugt wird, findet seine Begründung und Berechtigung in dem Umstande, daß Sicilien ein sehr holzarmes Land ist und seine Steinkohle aus England beziehen muß. Und bei dem billigen Preise des Schwefels kommt



Schwefeldestillirvorrichtung. Zu Seite 785.

dieser als Brennmateriale immer noch wohlfeiler zu stehen, als jedes andere Brennmateriale. In neuerer Zeit werden übrigens auch Ringöfen erbaut, welche zwar auch mit Schwefel geheizt werden, vermöge ihrer zweckmäßigen Anlage jedoch eine bedeutende Ersparniß an Schwefel bedeuten.

Für manche Zwecke, so besonders zur Bereitung des Schwarzpulvers, muß der Schwefel noch einer Raffination unterzogen werden. Sie erfolgt entweder durch bloßes Umschmelzen oder, und zwar in der Mehrzahl der Fälle, durch Destillation. Der raffinirte Schwefel stammt aus zahlreichen großen Raffinerien, die sich in Marseille, Rouen und Paris befinden, die Hauptmenge wird jedoch in Marseille erzeugt.

Die in den meisten Schwefelraffinerien in Verwendung stehenden Destillationsvorrichtungen besitzen nachstehende Einrichtung:

Der gußeiserne Cylinder B (siehe die Abbildung) wird von dem darunter befindlichen Feuerraume aus erhitzt. Die Flamme umspült den Cylinder und entweicht nebst den Verbrennungsgasen durch den Schornstein E, nachdem sie vorher durch die Züge C den Kessel D vorgewärmt hat. Der Schwefel wird in diesen Kessel gebracht, erfährt hier durch Ausschmelzen eine vorläufige Reinigung und fließt durch das Rohr F in den Cylinder B. Hier verdampft er und gelangt in die gewölbte, aus Backsteinen gebildete Schwefelkammer G. Im unteren Theile dieser Kammer befindet sich in einer gußeisernen Platte ein rundes Loch, das mittelst einer konischen Stange verschlossen oder geöffnet werden kann. Hat sich eine genügende Menge geschmolzenen Schwefels am Boden der Kammer angesammelt, so öffnet man H und läßt den Schwefel in den Kessel L fließen, neben welchem sich ein Drehbottich M befindet, in dessen reihenweise aufgestellten befeuchteten Holzformen der Schwefel in Stangenform gebracht wird. In dem Raume N werden die fertigen Schwefelstangen aufgespeichert.

Eigenthümlich ist das Verhalten des Schwefels bei höheren Temperaturen. Wir erwähnten, daß er bei 114·5° schmilzt. Treibt man die Erhitzung jedoch weiter, so wird die Anfangs braungelbe Flüssigkeit immer dunkler und gleichzeitig dickflüssiger. Bei einer Temperatur zwischen 200 und 250° endlich ist die Masse dunkelrothbraun und so zähe, daß man das Gefäß umdrehen kann, ohne daß der geschmolzene Schwefel ausfließt. Erhitzt man nun noch weiter, so wird die Masse zwar nicht heller, aber wieder dünnflüssig, und bei 440° beginnt er unter Bildung braunrother Dämpfe zu destilliren.

Gießt man geschmolzenen Schwefel in kaltes Wasser, so erstarrt er nicht, wie man glauben sollte, sondern er bildet eine durchscheinende, braunrothe, amorphe und elastische Masse, welche längere Zeit in diesem Zustande verharrt, jedoch nach und nach wieder in krystallinischen hellgelben Schwefel übergeht. Dieses Verhalten und noch manche andere merkwürdige Eigenschaft veranlaßten schon lange den Gedanken, daß man es hier nicht mit einem Elemente im chemischen Sinne, sondern mit einem Gemenge mehrerer noch nicht bekannter Elemente zu thun habe. Bisher ist es jedoch noch nicht gelungen, für diese Annahme den Beweis zu erbringen.

Unter der Einwirkung von Kälte und Regen, der Hitze und auch zahlreicher kleinster Lebewesen erleiden selbst die härtesten Gesteine nach und nach eine Veränderung, welche als Verwitterung bezeichnet wird. Dieser Verwitterung der Gesteine verdankt einzig und allein der Boden seine Entstehung, und die Ackererde ist nichts Anderes, als das Verwitterungsproduct der Gesteine, und in ihr sind, allerdings theilweise in Form anderer chemischer Verbindungen, alle jene Stoffe enthalten, die sich einst an der Zusammensetzung der Muttergesteine betheiligten. Diese Verwitterungsproducte haben aber nicht nur dadurch Bedeutung, daß sie den Pflanzen als Standort dienen und diese darin die zur Unterhaltung ihres

Lebens unumgänglich nöthigen anorganischen Stoffe in aufnehmbarer Form vorfinden, viele derselben sind auch direct in der Industrie verwerthbar.

So entsteht durch Verwitterung feldspathhaltiger Gesteine eine Reihe von Zersetzungsproducten, die durch verschiedene Beimengungen mehr oder weniger verunreinigt sind. Im reinsten Zustande bilden sie den Kaolin oder die Porzellanerde, welche aus kieselsaurer Thonerde besteht. Sie ist im feuchten Zustande knetbar und besitzt die werthvolle Eigenschaft, mit Feldspath- oder Flußspathpulver geschmolzen, Porzellan zu liefern.



Abbau eines Guanoberges. (Nach einer Photographie.) Zu Seite 788.

Mit Eisenoxyd, Sand und Kalk verunreinigte kieselsaure Thonerde bildet den sogenannten Töpferthon, der je nach seiner Reinheit ebenfalls zur Herstellung der verschiedensten Gegenstände verwendet wird; die unreinsten Sorten dienen zur Anfertigung von Ziegeln.

Die ganze große keramische Industrie ist also auf diese Verwitterungsproducte angewiesen; glücklicherweise sind diese so weit verbreitet und werden in allen Abstufungen der Reinheit in der Natur gefunden, daß ein Mangel an diesen nützlichen Stoffen wohl niemals eintreten wird.

Einzelne Erden besitzen charakteristische Färbungen, und diesem Umstande verdanken sie ihre Anwendung zu besonderen Zwecken. So werden durch Eisenoxyd roth gefärbte Thone und reines Eisenoxydhydrat selbst als rothe Erdfarben verwendet, einzelne Erden sind grün, andere gelb gefärbt, und der Verwendung einer

weißen Erde, der Kreide, haben wir schon Erwähnung gethan. Auch der sogenannte Bolus, ein durch viel Eisenoxyd gelb bis roth gefärbter feiner Thon, gehört in diese Gruppe, er dient zur Herstellung der bekannten Pfeifenköpfe, dann aber auch direct als Farbe und als Zusatz bei manchen Nahrungsmitteln, so beispielsweise ist die Anchovispaste mit Bolus gefärbt.

Es erübrigt uns nun nur mehr, einer Gruppe von Mineralien zu gedenken, deren genauere Kenntniß noch nicht sonderlich alt ist und deren allgemeine Anwendung erst aus der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts datirt. Es sind dies



Eisenbahn-Kippwagen für Guanobeförderung. (Nach einer Photographie.) Zu Seite 788.

die mineralischen Phosphate oder Phosphorite, Mineralien, deren Werth in ihrem Gehalte an Phosphorsäure gelegen ist. Und diese ist wieder ein unumgänglich nöthiger Pflanzennährstoff. Jede Ernte entnimmt nämlich dem Ackerboden eine gewisse Menge von Pflanzennährstoffen, und bei der heute üblichen intensiven Bewirthschaftung der Felder würde an diesen bald ein Mangel eintreten, da die Verwitterung nicht im Stande wäre, den Ersatz an aufnehmbaren Nährstoffen mit der Entnahme in Einklang zu bringen. Um nun trotz dieser Entnahme die Ernten stets auf der gleichen Höhe zu erhalten und nicht zur Brache greifen zu müssen, deren Wirkung nur darauf beruht, daß sich wieder die durch Verwitterung entstehenden Pflanzennährstoffe im Boden ansammeln können, wendet der Landwirth künstliche Düngemittel an, das heißt, er bringt Phosphorsäure, welche die mineralischen Phosphate, die Knochen der Thiere und endlich die Guanolager

enthalten, dann stickstoffhaltige Verbindungen, wie Chilisalpeter, schwefelsaures Ammon oder organische Stoffe, Blutmehl u. dgl., und schließlich Kaliumverbindungen, welche die Staßfurter und Kaluszer Lager in reichlicher Menge liefern, auf die Felder.

Als man die wirthschaftliche Bedeutung der Phosphorite richtig erkannt hatte, suchte man überall nach diesem kostbaren Minerale, und, zum großen Glücke der Menschen, mit Erfolg. In allen Welttheilen und in fast allen geologischen Formationen wurden solche Lager erschlossen und der Landwirthschaft zu Nutze gemacht; es ist das Verdienst eines deutschen Gelehrten, auf die Bedeutung der anorganischen Stoffe für die Entwickelung der Pflanzen zuerst aufmerksam gemacht zu haben. Dieser Gelehrte ist Liebig. In Deutschland glaubte man jedoch seinen Worten nicht, und erst als man in England bei Düngung der Felder mit phosphorsäurehaltigen künstlichen Düngemitteln sehr günstige Erfahrungen gemacht hatte, gewann die Anwendung dieser Stoffe immer mehr an Boden. Und heute ist ein bedeutender Zweig der chemischen Industrie damit beschäftigt, die dem Landwirthe geradezu unentbehrlichen künstlichen Düngemittel, und unter diesen auch die phosphorsäurehaltigen, die einer besonderen Präparation, einer Aufschließung, bedürfen, herzustellen.

Andere, für die Landwirthschaft ebenfalls höchst wichtige künstliche Düngemittel sind die Guanos, die aber nur ein sehr geringes geologisches Alter besitzen. Sie entstehen durch massenhafte Anhäufung von Vogelexcrementen und den Leibern der todten Vögel selbst auf verschiedenen Inseln des stillen Oceans, und das regenlose und trockene Klima dieser Gegenden bewirkte zwar eine Austrocknung und Verrottung dieser Stoffe; die löslichen Stoffe, also gerade jene, welche die größte Bedeutung für die Ernährung der Pflanzen besitzen, blieben aber erhalten, und die Nachfrage nach diesem Guano, der in zahlreichen Sorten in den Handel gebracht wird, ist so groß, daß heute schon viele dieser Guanoinseln, die einst von vielen Meter mächtigen Guanoschichten bedeckt waren, bis auf den nackten Fels abgebaut sind. Ein großer Theil dieser Guanos wurde nach Europa verschifft und gelangte hier als Düngemittel zur Verwendung. Während aber die mineralischen Phosphate ein in der Menge begrenztes Vorkommen bilden, entstehen Guanolager auch heute noch, und Scheffel, der heitere Sänger, hat dies in seinem bekannten »Guanolied« trefflich geschildert.

Wie erwähnt kann die Bildung der Guanolager aber nur unter ganz besonderen klimatischen Verhältnissen erfolgen; diese werden uns klar, wenn wir eine der wichtigsten Guanofundstätten selbst betrachten. Es ist dies das Lager des zur Gruppe der phosphatischen Guanos gehörenden Mejillones-Guano, das Meyn mit folgenden Worten schildert:

»Von der kurzen, kaum 25 Meilen langen, fast meridional verlaufenden Felsenküste, welche der Continentalstaat Bolivia zwischen den langen Küstenstrecken Perus und Chiles mühsam errungen, springt eine etwa 10 Meilen lange Strecke



Guano-Lager auf Lobos de Afuero, Peru.

(Nach einer Zeichnung des technischen Etablissements von H. Koppel in Berlin)

unter dem Wendekreise des Steinbockes fast 3 Meilen weit in das Meer hinaus und beschirmt mit ihrer etwas verlängerten äußeren Felsenküste im Süden die Bai von Morreno, im Norden die von Mejillones.

Die letztgenannte Bai, völlig geschützt vor den Winden und vor der großen Meeresströmung durch den Vorsprung der Halbinsel Leading Bloff, den nach dem Meere zu noch Felseninseln umgeben, öffnet ihre Einseglung unter 23° südlicher Breite und bildet einen vortrefflichen Hafen, in welchem gegenwärtig unmittelbar an dem Molo die Schiffe mit dem Guano beladen werden.

Die Gegend ist sonst eigentlich unbewohnbar. Heftige Winde, Regenlosigkeit, Morgennebel bis 10 Uhr und dann außerordentliche Hitze aus den niemals durch eine Wolke gemilderten Sonnenstrahlen, ein sandiger und felsiger Boden, ohne jegliche Vegetation, und der vollständige Mangel an Trinkwasser werden diesen Ausspruch rechtfertigen. Die Bewohner der kleinen Hafenstadt, deren Zahl früher sehr gering war — in der Nähe wurden Kupfergruben bearbeitet — und welche erst durch den Guanoverkehr wächst, erhalten ihre Nahrungsmittel durch die pacifischen Dampfer, welche hier einkehren und Kohlenlager haben, und gewinnen ihr Trinkwasser durch Destillation.

Die gewaltige Felsenhalbinsel, durchschnittlich 1000—1200 Fuß hoch, erscheint oben als eine muldenförmige Sandebene, nur der Vorsprung derselben, welcher die Bai schützt, hat höhere Berge, zunächst westlich von der Stadt einen mit 1500 Fuß und dann nördlich von diesem, den Hauptkörper des Felsenhornes bildend, den Morco de Mejillones, 2600 Fuß hoch. Am Abhange dieses Berges gegen die Bai befindet sich das große Guanolager. Ein langer Weg, welcher den erstgenannten Berg vermeidet, führt von der Stadt dahin.

Das Hauptlager ist etwa 1700 Fuß über dem Meeresspiegel an den unregelmäßigen Abhängen des Berges befindlich und an manchen Stellen 40 Fuß mächtig; ein weiter nördlich bei Las Tetos vorfindliches Lager ist noch nicht untersucht.

Von dem Guanolager ist mit großer Mühe durch die Kluft des Gebirges ein guter Pfad nach der Einschiffungswerfte gebaut. Etwa 1 englische Meile von den Guanogruben theilt sich der Weg, dessen einer Arm sehr steil nach dem Hafenmolo hinunter geht, während der andere Weg nach einem Pavillon des Felsplateaus führt, von wo der Guano, den man in Säcken aus den Gruben bringt, ebenfalls in Säcken durch einen 700 Fuß langen Sturzkasten zu einem Speicher am Anfang des Guanomolo hinabsaust. 200 Tonnen können auf diese Weise täglich zur Verladung gebracht werden.

Auf der Caleta unten wohnen die Arbeiter, die Aufseher der Exporteure, die Regierungsbeamten. Die letzteren verwiegen den Guano, dann wird er auf Schienen an das andere Ende des Molo gebracht und dort in das Schiff gestürzt.«

Wir sehen also, daß die Gruppe der nutzbaren Gesteine zahlreiche höchst werthvolle und wichtige Glieder umfaßt, deren Bedeutung nicht zu verkennen ist.

Der Vollständigkeit wegen mußten wir daher auch diese Materialien besprechen, und wir glauben damit unseren Lesern umsomehr einen Dienst erwiesen zu haben, als im Leben nur zu häufig die wirthschaftliche Bedeutung der Gesteine verkannt wird und man gewöhnt ist, den Stein als einen werthlosen Gegenstand zu betrachten. Dies ist durchaus nicht zutreffend, und die »Knochen der großen Mutter« waren nach der griechischen Mythe sogar einstens berufen, nach der allgemeinen Fluth, der nur Deukalion und Pyrrha entkamen, ein neues Menschengeschlecht zu bilden — eine Mythe, der wir überall, in den meisten Religionslehren, in mehr oder minder veränderter Gestalt begegnen.

So werthvoll nun aber auch die Gesteine oder doch wenigstens ein Theil derselben dem Menschen sind, so herrliche Gebilde die Hand des Meisters daraus zu schaffen versteht, so können sie auch zum Fluche werden, der sich von Kind zu Kindeskind vererbt. Dies ist beispielsweise dort der Fall, wo durch schonungsloses Niederhauen der Wälder den Stürmen freie Bahn geschaffen wurde und auch die Gewalt des strömenden Regens keine Abschwächung erfährt. Dort haben dann diese beiden Gewalten die culturfähige Erde entführt und nur den nackten unfruchtbaren Fels hinterlassen, auf dem kaum ein Grashalm gedeiht und über den der Sturm dahinheult. Wir sehen dies am Karste bei Triest, wir treffen die gleichen Erscheinungen in Dalmatien und in vielen Theilen Griechenlands an. Mit dem Verschwinden der culturfähigen Erde war aber der ansässigen Bevölkerung, die aus dem Verkaufe der Waldungen allerdings vorübergehend großen Nutzen geschöpft hatte, die Möglichkeit entzogen, Feldbau zu treiben, und sich dadurch eine fast unversiegbare Quelle, aus der die zur Erhaltung des Lebens nöthigen Dinge flossen, nutzbar zu machen. Der größte Theil mußte auswandern, und die wenigen, die zurückblieben, fristen ein kümmerliches Dasein zwischen starrem Fels und unfruchtbarem Stein. Dort aber, wo sich geringe Mengen fruchtbarer Erde vorfinden, wo einige spärliche Halme dem Boden entsprießen, sichern sie diesen köstlichen Schatz durch Wälle aus Steintrümmern, um den Wind abzuhalten und den mageren Ziegen den Zutritt zu wehren. Für diese Aermsten der Armen, die auch nur zu häufig an Wassermangel leiden müssen, hat das Sprichwort, daß ihnen Steine statt Brot gegeben werden, am ehesten die harte Bedeutung in ihrem ganzen Umfange — für sie ist das Gestein, dessen Nutzen für das Menschengeschlecht wir soeben kennen gelernt, zum Fluche geworden. Wohl ist man jetzt bestrebt, durch regelmäßige Aufforstung den Fehler vergangener Jahrhunderte gut zu machen, und man hat damit, wenigstens auf dem österreichischen Karste, schon sehr schöne Erfolge erzielt, doch wird es noch lange dauern, bis allenthalben wieder Wälder grünen und Saaten sprießen, und bis der harte, unbarmherzige Fels wieder Verwendung findet, um Wohnstätten zu erbauen, in denen frohe Menschen ein wenigstens von den drückendsten Sorgen freies Dasein führen....

Sach-Register.

Verzeichniß der Abbildungen im Texte.

Verzeichniß der Carton-Vollbilder.

Quellen-Verzeichniß der berg- und hüttenmännischen Litteratur.

Balling A. M., Gewinnung der Metalle (1885).

Beck, Dr. Ludwig, Die Geschichte des Eisens (1892—1895).

Böckmann F., Die Explosivstoffe (1895).

Borchers W., Elektro-Metallurgie (1896).

Brathuß O., Lehrbuch der Markscheidekunst (1894).

Dannenberg und Franz, Bergmännisches Wörterbuch (1882).

Demanet Ch., Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke (1885).

Ernst A., Bergmännische Excursionen durch den Ural (1892).

Fauck A., Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers (1889).

— Neuerungen in der Tiefbohrtechnik (1889).

Grodbek A., Die Lehre von den Lagerstätten der Erze (1879).

Gurlt, Dr. Adolf, Die Bereitung der Steinkohlenbriquettes (1880).

Guttmann Oscar, Handbuch der Sprengarbeit (1892).

Hauer F., Wettermaschinen (1889).

Haupt Georg, Die Stollenanlagen (1884).

Heinzerling O., Schlagwetter und Sicherheitslampen (1891).

Hoefer, Prof. Hans, Taschenbuch für Bergmänner (1897).

Köhler G., Lehrbuch der Bergbaukunde (1892).

Krause G., Die Industrie von Staßfurt und Leopoldshall und die dortigen Bergwerke (1877).

Ledebur, Prof. A., Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege (1877).

Linkenbach C., Die Aufbereitung der Erze (1887).

Muck, Dr. F., Chemie der Steinkohle (1881).

Pfeiffer, Dr. Emil, Handbuch der Kali-Industrie (1887).

Schnabel, Dr. Karl, Lehrbuch der allgemeinen Hüttenkunde (1890).

Serlo, Dr. Albert, Leitfaden zur Bergbaukunde (1884).

Serlo Dr. und Stölzel, Bergbau- und Hüttenwesen (1884).

Sickel F., Das Gefrierverfahren von Pötsch (1895).

Stein W., Die verschiedenen Methoden der Streckenförderung (1896).

Strippelmann L., Die Tiefbohrtechnik (1881).

Berg- und hüttenmännische Zeitung. Leipzig. »Glück auf.« Essen.

Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien.

Zeitschrift für das Berg- und Hüttenwesen im preußischen Staate. Berlin.

AUG 3 0 1949

